CONSERVED
& BOUND
22 JUN 1995

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2


BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. J. DECAISNE

TOME IX

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon
EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
1878

496/38

DE L'INFLUENCE DES MATIÈRES SALINES

SUR

L'ABSORPTION DE L'EAU PAR LES RACINES

Par M. Julien VESQUE.

Senebier, le premier, eut l'idée d'examiner si les acides et les sels ajoutés à l'eau ont une influence sur la vitesse de la transpiration.

Il se servit uniquement pour ces expériences de rameaux coupés, et il trouva que les sels aussi bien que les acides avaient pour effet d'accélérer l'émission de la vapeur d'eau par les feuilles. Les sels mis en expérience furent le sulfate de soude, le nitrate de potasse, le chlorhydrate d'ammoniaque. Seul, le chlorure de sodium produisit des effets plus faibles que l'eau.

M. Sachs (1) publia en 1860 un travail sur le même sujet. Les essais relatifs à l'action des sels, car, de même que Senebier, cet auteur a étudié en outre celle des acides et des bases libres, ont porté sur des Fèves. Deux plantes aussi égales que possible étaient enracinées dans des pots de verre remplis de terre sèche ; l'une d'elles a été arrosée avec de l'eau pure, l'autre avec de l'eau additionnée d'une petite quantité (1 pour 100) d'un sel tel que le nitrate de potasse, le sulfate d'ammoniaque, le sulfate de chaux. Toutes les expériences ont donné comme résultat uniforme un ralentissement notable de la transpiration.

En discutant la valeur de ces expériences, M. Sachs fait observer avec raison que l'eau versée sur le sol dissolvait d'abord les principes solubles qu'il renfermait, et que par con-

(1) *Landwirthsch. Versuchs. Stationen*, I.

séquent il n'y avait pas entre les deux plantes une différence aussi grande qu'on aurait pu le croire : l'une, en effet, plongeait ses racines dans de l'eau chargée des substances solubles du sol, l'autre dans de l'eau chargée de ces mêmes substances, *plus* le sel qu'on y avait ajouté. De plus, en vertu du pouvoir absorbant du sol, une partie de ce sel, retenu par la molécule solide, était soustraite à la succion des racines. M. Sachs a été conduit, par ces considérations, à exécuter une nouvelle série d'expériences dans lesquelles les racines des plantes, au lieu d'être fixées dans le sol, plongeaient l'une dans l'eau distillée, l'autre dans une solution saline. Les résultats n'ont pas différé des premiers, et M. Sachs en conclut que le nitrate de potasse, le sulfate d'ammoniaque, le sulfate de chaux et le chlorure de sodium abaissent considérablement la transpiration, lorsqu'on les donne aux plantes à une dose qui ne peut exercer aucune action funeste sur la végétation; il est du reste indifférent que ces sels soient offerts isolément aux plantes, vu qu'ils se trouvent accompagés des matières solubles que l'eau enlève à la terre arable (1).

En 1876, M. Alf. Burgerstein (2) a publié un travail étendu sur les relations qui existent entre les matières nutritives et la transpiration. Les expériences, qui paraissent être soigneusement exécutées, ont porté surtout sur des rameaux coupés de

(1) Je ne me suis point occupé de l'influence des acides et des bases libres. Senebier, M. Sachs et M. Burgerstein trouvent que les acides accélèrent la transpiration et que les bases la retardent. M. Sachs croit que cet effet est toujours accompagné d'une lésion des racines.

Cette question ne me paraît avoir qu'un intérêt de curiosité, les acides, au moins ceux sur lesquels on aurait pu expérimenter, ne se trouvant jamais à l'état libre dans le sol, et les alcalis exerçant une action manifestement vénéneuse sur la végétation.

Seul, l'acide carbonique aurait mérité une attention particulière. Mais on verra, par la description de la méthode d'investigation que j'ai suivie, que cet acide gazeux, tendant toujours à se séparer de l'eau sous forme de bulles, ne pouvait nullement se prêter à mes recherches.

C'est à regret que j'ai dû y renoncer.

M. Burgerstein dit que l'acide carbonique agit de la même façon que les autres acides, c'est-à-dire qu'il produit une accélération de la transpiration.

(2) *Sitzungsb. der Kais. Akad. der Wissensch. Wien*, 1876, t. LXXIII, p. 191.

l'If et sur des plantes intactes, telles que le Maïs, le Pois, le Haricot d'Espagne. Chaque expérience a porté simultanément sur plusieurs échantillons dont l'un plongeait dans l'eau distillée et les autres dans la solution saline, acide ou alcaline à différents degrés de concentration. Les quantités d'eau transpirée, obtenues par la pesée, ont été ensuite rapportées à 100 de poids frais. Mais j'ai cherché vainement, dans le mémoire de M. Burgerstein comment les rameaux avaient été traités avant l'expérience, s'ils avaient été employés immédiatement après avoir été détachés de l'arbre, s'ils avaient séjourné dans l'eau distillée, dans l'eau ordinaire ou dans une solution nourricière. L'auteur, qui ne s'est pas méfié de l'influence de ce traitement préalable, a négligé d'indiquer ces détails.

Les plantes entières, pourvues de leurs racines, ont été élevées dans de l'eau de source (1) dont la composition ne nous a pas été donnée. Cette composition, on le verra plus tard, est extrêmement importante et peut, à elle seule, expliquer jusqu'à un certain point le désaccord qui règne entre les résultats de M. Burgerstein et ceux de M. Sachs.

Quant à l'emploi de rameaux coupés, je suis complètement de l'avis de l'auteur. Il est certain que les chiffres ainsi obtenus ne sauraient avoir une valeur absolue; mais les résultats sont *qualitativement* les mêmes que s'il avait opéré sur des plantes intactes.

Voici en peu de mots les conclusions du travail de M. Burgerstein :

1. Les acides activent la transpiration.

2. Les alcalis la ralentissent.

3. Les sels offerts isolément à la plante l'activent.

4. Les mélanges salins et les solutions nourricières la ralentissent (2).

5. Les extraits d'humus la ralentissent.

(1) « Hochquellenwasser ».

(2) Cette proposition est confirmée par le même auteur dans un nouveau mémoire publié dans *Sitzungsb. der Kais. Akad. der Wissensch.*, 1878, qui nous est inconnu jusqu'ici.

Je reviendrai en temps et lieu sur chacune de ces propositions pour les discuter et les comparer à mes observations.

Ainsi, en résumé, Senebier trouve que les sels activent la transpiration ; M. Sachs trouve qu'ils la ralentissent. M. Burgenstein trouve qu'ils l'activent quand on les offre isolément à la plante, et qu'ils la ralentissent au contraire lorsque plusieurs de ces sels mélangés constituent ce qu'on appelle une solution nourricière.

Il serait difficile, je crois, de trouver dans toute la science physiologique une question qui ait été résolue par les divers observateurs d'une manière aussi contradictoire. D'un autre côté, on ne saurait guère admettre que dans des expériences aussi simples l'un ou l'autre de ces auteurs se fût absolument trompé au point de trouver le *contraire* de la vérité. Il devait donc exister quelque agent ou quelques conditions qui auront passé inaperçus, dont personne ne s'est méfié et qui auront renversé le *sens* des résultats.

Par lui-même, le sujet est intéressant, parce qu'il touche à l'une des questions les plus obscures de la physiologie végétale, le travail des racines, et parce que son étude promet quelque utile application à la culture.

Au début de ce travail, j'avais projeté d'étudier uniquement l'influence des sels et des solutions nourricières complexes sur les quantités de liquide absorbé par les racines, sans me préoccuper de l'action de ces différents milieux sur la transpiration, c'est-à-dire l'émission d'eau par les organes aériens de la plante. On a vu plus haut que les auteurs qui m'ont précédé dans ce genre de recherches ont au contraire évalué l'énergie de la transpiration pour conclure (M. Sachs, du moins) de là, avec raison, à celle de l'absorption par les racines. M. Sachs nous a montré en effet que la transpiration est au plus haut degré influencée par la quantité d'eau mise à la disposition des racines. M. Burgerstein, plus réservé dans ses conclusions, s'abstient de discuter dans ce sens les résultats de ses expériences.

En présence de ces incertitudes, il m'était démontré que je devais restreindre mes recherches à la transpiration seule, d'une

part, et à l'absorption osmotique seule, d'autre part, en opérant dans le premier cas sur des rameaux coupés, et dans le second sur des racines saines privées de toute la partie aérienne de la plante.

Comprise de cette manière, ma tâche se divisait donc en trois parties :

1. Quelle est l'influence des sels et des mélanges salins sur l'absorption de l'eau par les racines de plantes intactes dont les organes aériens sont entourés de conditions atmosphériques invariables?

2. Quelle est l'influence des sels et des mélanges salins sur l'absorption de l'eau par la section d'un rameau coupé dont les feuilles transpirent librement au milieu d'une atmosphère maintenue à une température et un état hygrométrique invariables?

3. Quelle est l'influence des sels et des mélanges salins sur l'absorption de l'eau par des racines saines détachées récemment de la plante?

Les deux derniers articles ne sont, à proprement parler, que des annexes du premier, destinées à permettre de comparer nos résultats à ceux de M. Sachs et de M. Burgerstein et d'expliquer le désaccord qui règne entre ces deux physiologistes.

Description des appareils. — Pour mesurer les quantités d'eau absorbée par les racines, je me suis servi en principe de l'appareil que j'ai décrit dans mes recherches antérieures sur des sujets analogues (1).

La plante est mastiquée dans un cylindre de verre fermé aux deux bouts par des bouchons. Outre la plante, le bouchon supérieur, percé de trois trous, laisse passer un thermomètre gradué au dixième de degré, destiné à indiquer la température de l'eau, et un tube de cristal très fin, recourbé à angle droit et divisé sur sa partie horizontale en degrés d'égale capacité. Chacun

(1) *De l'absorption de l'eau par les racines, dans ses rapports avec la transpiration* (*Ann. sc. nat.*, 6e sér., t. IV, p. 89).

— *De l'influence de la température du sol sur l'absorption de l'eau par les racines* (*ibid.*, t. VI, p. 169).

des degrés ayant une longueur d'environ 6 millimètres, est divisé lui-même en dixièmes et correspond à 0^{gr},0701 de mercure, ce qui équivaut, à 0 degré, à 0^{gr},00515 d'eau.

Le bouchon inférieur, percé de deux trous, reçoit deux tubes à robinets de cristal, dont l'un monte jusqu'à la partie supérieure du cylindre et l'autre ne dépasse pas le bouchon. Ces deux robinets servent à changer le liquide qui entoure les racines.

Tout le cylindre est fixé dans la douille d'une cloche de verre renversée, de manière qu'il puisse être entouré d'une quantité d'eau (de 2 à 3 litres) assez grande pour qu'on n'ait pas à redouter les brusques changements de température.

L'appareil étant installé de cette manière, je suppose que les racines plongent dans de l'eau chargée de 1 pour 1000 de chlorure de potassium. A l'aide d'un tube de caoutchouc, je mets le robinet à tube plongeant en communication avec un flacon situé plus haut et renfermant de l'eau distillée. J'ouvre le robinet. L'eau s'écoulera goutte à goutte par le tube horizontal gradué. Si j'ouvre en ce moment l'autre robinet inférieur, l'eau s'écoule par celui-ci, et je parviens aisément à régler ce robinet de manière que l'air ne puisse pas pénétrer dans l'appareil par le tube gradué. De cette façon, la solution de chlorure de potassium est en peu de temps remplacée par de l'eau distillée.

Après avoir fait couler ainsi 200 centimètres cubes de liquide, j'en recueille une petite quantité dans un tube à essai, et je m'assure qu'il ne précipite plus par le nitrate d'argent. Je crois donc être assuré qu'en faisant couler 244 centimètres cubes de liquide, celui-ci est complètement renouvelé, c'est-à-dire que, par exemple, l'eau distillée aura remplacé la solution, ou réciproquement, la solution aura remplacé l'eau distillée.

Au premier abord, il semblerait bien plus simple de faire écouler tout le liquide en abandonnant les racines pendant un temps très court dans l'air atmosphérique, qu'on remplacerait ensuite par le nouveau liquide. Mais l'expérience a montré qu'un tel procédé ne serait pas sans inconvénient ; j'ai montré, en effet, que le contact, même très-passager, des racines avec

l'air a pour effet une accélération très appréciable de l'absorption (1).

Première série d'expériences. — Absorption de l'eau chargée de sels par les plantes intactes.

Les plus grandes difficultés qu'on rencontre dans la réalisation de ces expériences consistent à maintenir au même degré la température de l'eau et celle de l'air, l'état hygrométrique de l'air et le rayonnement du ciel. J'ai essayé d'opérer dans une grande salle obscure dont les meubles peints en noir et les murs couverts d'une couleur foncée écartent autant que possible les rayonnements diffus. J'espérais pouvoir remplacer le soleil par une forte lampe à gaz, ainsi que M. Wiesner l'a fait récemment dans ses expériences d'héliotropisme, et que je l'avais déjà fait dans mes recherches sur l'influence de la température du sol. Mais la réplétion aqueuse dont j'ai parlé longuement dans ce dernier mémoire s'oppose à toute comparaison entre deux expériences *consécutives*. J'ai eu la bonne fortune de pouvoir profiter de la température très uniforme et de l'état du ciel à peu près invariable que nous avons éprouvés au mois de juillet passé. Les expériences ont été faites dans une des pièces du laboratoire de physiologie végétale de l'Institut agronomique à Joinville-le-Pont, dont la fenêtre unique, exposée à l'ouest, était fermée par un store de toile de couleur vert d'eau.

Comme mon procédé d'expérimentation me permettait de faire un grand nombre de lectures dans un temps très court, j'ai opéré sur la même plante en lui donnant *successivement* de l'eau distillée et la solution saline. M. Sachs et M. Burgerstein, au contraire, avaient opéré *en même temps* sur des plantes différentes. Le premier de ces auteurs choisissait des individus aussi semblables que possible, sans se préoccuper ni de leur poids, ni de leur matière sèche, ni de leur surface; le second a rapporté les valeurs de la transpiration au même poids sec. On sent combien ces procédés sont peu concluants; car, même

(1) Voy. Vesque, *L'absorption comparée à la transpiration* (*Ann. sc. nat.*, 6e sér., t. IV, p. 201).

en supposant une similitude complète entre deux plantes, ce qui n'existe pas, une foule de faits bien observés nous mettent en garde contre une idiosyncrasie aussi réelle qu'inexpliquée.

Cette modification apportée aux travaux de mes devanciers a eu pour résultat inattendu de mettre d'un coup en lumière un fait intéressant qui explique aisément toutes les divergences signalées plus haut.

Première expérience (1). — Une bouture de Lierre très vigoureuse, pourvue d'un système radiculaire volumineux, garnie de huit feuilles bien développées, est mastiquée dans le cylindre. En faisant couler dans ce cylindre une petite quantité d'eau, je ramène chaque fois le ménisque à l'extrémité du tube gradué capillaire, et j'observe chaque fois le nombre de divisions que parcourt ce ménisque pendant un temps donné.

Les racines ont séjourné dans de l'eau distillée depuis quatre heures du soir jusqu'à huit heures du matin. Cette eau, qui s'est peu à peu chargée de différents sels contenus dans la sève de la plante, n'a pas été renouvelée.

A. — *Eau légèrement chargée de sels.*

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
8 h. 35 m.	5,5				17°	15°,2	91,5
36	5,9	0,4	0,4				
37	6,4	0,5	0,5				
39	7,2	0,8	0,4	0,44			
43	9,0	1,8	0,45				
45	9,9	0,9	0,45				
47	10,8	0,9	0,45				

(1) Je reproduirai tout entières les expériences 1 et 2 ; quant aux suivantes, il me sera permis de ne donner que la moyenne, pour ne pas surcharger ce mémoire de tableaux.

Dans ces conditions, c'est-à-dire dans de l'eau légèrement chargée de matières salines, peut-être aussi de quelques matières organiques, la plante absorbait donc 0,44 divisions d'eau par minute.

J'ouvre maintenant les deux robinets inférieurs, dont l'un est en communication avec un flacon placé plus haut, rempli d'eau distillée, tandis que l'autre laisse écouler le liquide dans une éprouvette graduée. Au moment où la quantité de liquide écoulé égale 200 centim. cubes je ferme les robinets, car je suis assuré que l'eau distillée a complètement remplacé le liquide primitivement contenu dans le cylindre.

J'obtiens ensuite les chiffres suivants :

B. — *Eau distillée.*

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
9 h. 41 m.	4,8				17°	15,5	92,5
43	6,2	1,4	0,7		»	»	»
45	7,5	1,3	0,65	0,659	»	»	»
48	9,4	1,9	0,63		»	»	»
53	12,7	3,3	0,66		»	»	»

La moyenne absorbée par minute est de 0,659. Comparé au précédent, ce chiffre montre que la plante, après avoir séjourné pendant une nuit dans de l'eau chargée de quelques impuretés, absorbe ensuite des quantités beaucoup plus fortes d'eau distillée ; l'augmentation est de 150 pour 100.

Il s'agit maintenant de faire l'expérience inverse, en faisant couler pendant toute la nuit autour des racines un faible courant d'eau distillée que je remplacerai ensuite par une solution nourricière.

Le lendemain, j'ai obtenu dans l'eau distillée :

C. — *Eau distillée.*

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
8 h. 42 m.	5,7				16°,5	15°,6	85
44	6,7	1,0	0,50		»	»	»
49	9,3	2,6	0,52		»	15, 5	»
52	10,75	1,45	0,48	0,50	»	»	»
9 h. 01	15,3	4,55	0,51		»	»	»
09	19,3	4,0	0,50		»	»	»

L'eau distillée est remplacée par une solution nourricière à 2 pour 1000, renfermant à poids égaux du sulfate de magnésie, du chlorure de potassium et du nitrate de chaux, avec une trace de phosphate de soude et de perchlorure de fer.

D. — *Solution nourricière à* 2 *pour* 1000.

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
9 h. 20 m.	1,5				16°,5	15°,5	84,5
25	4,2	2,7	0,54		»	»	»
33	8,4	4,2	0,525	0,53	»	»	»
43	13,7	5,3	0,53		»	»	85,0

On voit que cette solution normale a été absorbée en proportions un peu plus fortes que l'eau distillée.

Ce résultat est très important, car il montre que la plante absorbe tantôt mieux, tantôt moins bien une solution nourricière que l'eau distillée. Il importe en effet de savoir ce que la plante a eu avant l'expérience. Si elle a séjourné pendant un temps

assez long dans une solution nourricière même très faible (A), elle absorbera très activement l'eau distillée (B); si ensuite on la laisse dans l'eau distillée pendant quelque temps, elle absorbera plus activement une solution nourricière.

La plante n'étant pas encore complètement abreuvée d'eau distillée, j'ai voulu voir quelle serait l'influence de la concentration de la solution nourricière.

Les trois essais suivants m'ont parfaitement renseigné à cet égard.

E. — *Solution nourricière à 4 pour 1000.*

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
3 h. 14 m.	10,9				18°	16°,5	82,5
18	13,2	2,3	0,575		»	»	»
26	17,7	4,5	0,562	0,57	18,5	»	»
35	22,7	5,0	0,555		»	»	»
44	28,0	5,3	0,589		19	16, 5	»

La solution nourricière est remplacée par l'eau distillée :

F. — *Eau distillée.*

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
4 h. 0 m.	6,4				19°	16°,6	81,5
5	10.0	3,6	0,72		»	»	»
10	13,7	3,7	0,74		»	»	»
15	17,6	3,9	0,78	0,77	»	»	»
20	21,7	4,1	0,82		18	»	»
25	25,7	4,0	0,80		»	16, 6	»

Après ce séjour de 25 minutes dans l'eau distillée, j'ai rempli le cylindre d'une solution nourricière à 2 pour 1000.

G. — *Solution nourricière à 2 pour* 1000.

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
4 h. 35 m.	6,1				17°,3	16°,6	79
40	9,3	3,2	0,64		»	»	»
45	12,2	2,9	0,58	0,61	17, 0	16, 5	

Il est donc bien évident que lorsque la plante est dans un état tel qu'elle absorbe plus activement l'eau distillée qu'une solution nourricière, cette dernière est d'autant mieux absorbée qu'elle est plus étendue.

En résumé, cette seule expérience, dans laquelle la plante a reçu successivement de l'eau distillée et des solutions nourricières après avoir été soumise chaque fois à un régime plus ou moins long d'eau distillée ou d'une solution, permet de conclure :

1. Que dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire la plante n'ayant pas trop longtemps été privée d'aliments minéraux, l'eau distillée est plus rapidement absorbée qu'une solution nourricière.

Comparez les tableaux A et B.

2. Que la plante pendant longtemps soumise au régime de l'eau distillée absorbe ensuite plus avidement une solution nourricière.

Comparez les tableaux C et D.

3. Que dans les conditions indiquées ci-dessus par la première proposition, les solutions nourricières sont d'autant mieux absorbées qu'elles sont plus diluées.

Comparez les tableaux E, F et G.

Il est vrai que dans cette dernière expérience les différences

obtenues entre l'absorption de l'eau distillée et celle de la solution nourricière ne sont pas bien grandes. J'ai cependant voulu reproduire cette expérience dans son entier, afin de montrer comment je suis arrivé à tenir compte du *régime antérieur* de la plante.

Pour mieux démontrer la proposition n° 3, je vais indiquer les résultats d'une autre expérience semblable, faite sur la même plante soumise depuis quelques jours au régime de l'eau distillée.

Deuxième expérience.— Le même Lierre au régime de l'eau distillée est soumis aux quatre épreuves suivantes : absorption dans l'eau distillée, dans l'eau distillée complètement renouvelée, dans une solution nourricière à 2 pour 1000, dans l'eau distillée.

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygrométrique.
			A. — *Eau distillée.*				
8 h. 5 m.	1,6				17°,0	14°,9	84
10	2,8	1,2	0,24		»	»	»
15	4,2	1,4	0,28	0,253	»	»	»
20	5,4	1,2	0,24		»	»	»
			B. — *Eau distillée complètement renouvelée.*				
28	1,5				16°,5	15°,0	84
33	2,8	1,3	0,26		»	»	»
38	4,2	1,4	0,28	0,266	»	»	»
43	5,5	1,3	0,26		»	»	»

HEURE.	NUMÉRO de la division.	NOMBRE des divisions absorbées.	DIVISIONS absorbées par minute.	MOYENNE par minute.	TEMPÉR. de l'air.	TEMPÉR. des racines.	ÉTAT hygromé-trique.
			C. — Solution nourricière à 2 pour 100.				
8 h. 55	2,1				16°,5	15°,1	84
60	4,6	2,5	0,50		»	»	»
9 h. 5	7,0	2,4	0,48		»	15,0	»
10	9,3	2,3	0,46	0,484	»	»	»
15	11,7	2,4	0,48		»	»	»
20	14,2	2,5	0,50		»	»	»
			D. — Eau distillée.				
30	2,3				17°	15°,3	84
35	4,5	2,2	0,44		»	»	»
40	6,5	2,0	0,40	0,42	»	15,2	»
45	6	2,1	0,42		»	15,2	»

Si nous comparons l'essai B à l'essai A, nous voyons que le renouvellement de l'eau distillée qui entourait les racines n'a guère eu d'influence sur l'absorption; en effet, tout le temps que la plante y a séjourné, le liquide n'a pas cessé de couler goutte à goutte par le tube gradué, de sorte qu'il n'a pu se charger de sels et de matières organiques provenant de la plante, ainsi que cela est arrivé dans une expérience précédente.

La solution nourricière est ensuite absorbée avec une vitesse beaucoup plus grande que l'eau distillée, 0,484 divisions par minute au lieu de 0,266.

Cette solution étant remplacée de nouveau par l'eau distillée, celle-ci est beaucoup plus activement absorbée que précédemment, mais encore moins que la solution nourricière.

Il est donc bien vrai que la plante longtemps soumise au régime de l'eau distillée devient apte à mieux absorber une solution nourricière que l'eau pure, et nous pouvons y ajouter cette autre proposition, qu'un séjour même très passager (vingt-cinq minutes dans le cas qui nous occupe) rend à la plante la faculté d'absorber l'eau distillée en plus grande quantité que lorsqu'elle n'a eu pendant longtemps à sa disposition que ce liquide dépourvu d'aliments salins.

Il découle naturellement de ces expériences qu'on parvient à introduire dans la plante des quantités beaucoup plus grandes de liquide lorsqu'on lui donne alternativement de l'eau pure et des solutions nourricières que lorsqu'on la laisse séjourner indéfiniment dans l'un ou l'autre de ces milieux.

Cette alternance peut-elle avoir une influence sur le développement des tissus de la plante, sur la carnosité plus ou moins grande des feuilles ou des tiges, par exemple? C'est ce que l'expérience seule pourra décider. Je ne puis m'empêcher de rappeler ici une pratique de jardinage qui consiste à préférer pour les arrosages les eaux de pluie, de citerne et de rivière, aux eaux plus chargées de source. J'imagine que la plante croissant dans un sol perméable, riche en humus et en engrais salins, reçoit par ses racines de l'eau qui a eu le temps de dissoudre une quantité notable de sels ; l'eau d'arrosage très pure sera ensuite absorbée avec avidité ; mais cette eau se charge elle-même peu à peu de sels, de sorte qu'en réalité il existe dans le sol des conditions comparables à celles que j'ai reproduites artificiellement dans l'expérience n° 2. Il est en outre évident qu'il sera favorable de laisser le sol se dessécher quelque peu avant d'arroser, car dans ce cas l'alternance sera bien plus marquée, les dernières traces d'eau du sol étant aussi riches que possible en engrais minéraux.

On sait que les plantes maritimes sont habituellement charnues et qu'on a attribué ce phénomène tantôt au sel qui imprègne le sol, tantôt à la brume salée qui se dépose sur les feuilles. J'ai fait moi-même quelques expériences sur le *Silene inflata* en opérant de deux manières différentes : dans le pre-

mier cas le sol était arrosé avec de l'eau salée; dans le second les plantes étaient exposées pendant plusieurs heures par jour à de l'eau salée pulvérisée par un appareil qu'il serait trop long de décrire. L'une et l'autre de ces expériences n'ont donné que des résultats négatifs. Je crois aujourd'hui que c'est dans l'alternance des arrosages salés par la brume de la mer et des arrosages d'eau pure du ciel qu'il faut chercher la solution du problème. Ces plantes maritimes, croissant sur un sol très perméable, se trouvent souvent dans une solution d'une concentration certainement incompatible avec leur végétation. S'il vient ensuite à pleuvoir, l'eau salée est rapidement entraînée dans le sous-sol, et la plante absorbe avidement l'eau pure.

Les deux expériences que je viens de décrire en détail ont suffi pour m'orienter et jettent un jour nouveau sur les divergences d'opinions que j'ai signalées au début de ce mémoire.

M. Sachs opérait sur des plantes enracinées dans la terre, il devait donc trouver que les solutions salines sont moins bien absorbées que l'eau distillée. M. Burgerstein opérait au contraire sur des plantes élevées dans de l'eau sans doute assez pauvre en matières salines; il devait trouver que les solutions salines sont mieux absorbées que l'eau distillée. Quant aux solutions nourricières complexes qui, selon M. Burgerstein, produiraient l'effet contraire de la solution d'un seul sel, j'avoue ne pas comprendre comment cet observateur a pu arriver à ce résultat. Les plantes étaient-elles nourries autrement que celles dont il s'est servi dans les premières expériences? C'est ce qu'il ne dit pas. Il suffit du reste d'un séjour de très courte durée dans une solution saline pour produire cet effet, et que les plantes employées aient végété moins longtemps dans l'eau pure que les autres, ou que l'auteur se soit servi des mêmes plantes qui avaient déjà fourni les résultats de ses premières expériences, et qui par conséquent avaient en partie séjourné pendant quelque temps dans de l'eau chargée de sels.

Après ces quelques expériences préliminaires qui m'ont si utilement renseigné sur les vraies difficultés de mon sujet, j'ai

étudié isolément l'action de plusieurs sels offerts à la plante à différent degré de concentration.

1. *Azotate de chaux.* — Un Lierre soumis depuis quelques jours au régime de l'eau distillée absorba en moyenne 0,42 divisions d'eau distillée par minute. L'eau distillée a été remplacée par une solution de 1 gramme d'azotate de chaux cristallisé dans un litre d'eau. L'absorption a été de 0,48, par conséquent sensiblement plus élevée que celle de l'eau distillée.

Pendant ces deux essais, la température de l'air était de 17°, celle des racines de 15°,3, l'état hygrométrique de l'air 84.

La plante, après avoir séjourné pendant trois heures dans la solution d'azotate de chaux, absorba aussi bien l'eau distillée que la solution saline.

La température de l'air étant 18°, celle des racines 17°,5, l'état hygrométrique de l'air étant 84, la solution d'azotate de chaux à 1 pour 1000 a été absorbée à raison de 0^{m},346 par minute; l'eau distillée également à raison de 0^{m},346.

Il a donc suffi d'un séjour de quelques heures dans la solution saline pour ramener l'absorption de celle-ci au même degré que celle de l'eau distillée.

Le lendemain, après un séjour de quinze heures dans l'eau distillée, l'absorption de l'eau distillée était de 0^{m},237 par minute, celle de l'azotate de chaux à 2 pour 1000 de 0^{m},368, la température et l'air étant de 17°,2, celle des racines de 16°,3, l'état hygrométrique de 86.

Il est donc bien démontré que, la plante étant saturée d'eau distillée, la solution d'azotate de chaux est mieux absorbée que l'eau pure.

Les expériences suivantes sont destinées à montrer que ces contacts réitérés des racines avec la solution saline rendent à la plante sa faculté primitive de mieux absorber l'eau distillée que la solution.

a.	Température de l'air	18,9
	Température des racines	17,9
	État hygrométrique	86
	Absorption de l'eau distillée	0,223
	Absorption de l'azotate de chaux à 4 p. 1000	0,317

b. Température de l'air	17,4
Température des racines	17,7
État hygrométrique	89
Absorption de l'eau distillée	0,17
Absorption de l'azotate de chaux à 8 p. 1000	0,20
c. Température de l'air	17,5
Température des racines	17,2
État hygrométrique	90
Absorption de l'eau distillée	0,28
Absorption de l'azotate de chaux à 4 p. 1000	0,22

2. *Azotate de potasse.* — Les racines du même plant de Lierre ont baigné pendant la nuit dans une solution à 0,70 pour 1000 d'azotate de potasse; je lui donne ensuite alternativement, pendant vingt minutes, de l'eau distillée, et pendant dix minutes la solution saline.

De cette manière j'ai obtenu successivement les chiffres suivants :

Température de l'air	17,0
Température des racines	15,9 à 16,2
a. Absorption de la solution saline (par minute)	0,147
b. Absorption de l'eau distillée	0,195
c. Absorption de la solution saline	0,170
d. Absorption de l'eau distillée	0,175
e. Absorption de la solution	0,160
f. Absorption de l'eau distillée	0,150
g. Absorption de la solution	0,240

Il est donc bien évident qu'après la nutrition salée, l'eau distillée était mieux absorbée que la solution saline, et qu'après avoir donné à la plante deux fois plus longtemps de l'eau distillée que la solution, cette dernière était finalement bien plus rapidement absorbée que l'eau distillée.

3. *Chlorure de potassium.* — L'expérience a porté sur un Laurier-rose élevé dans l'eau ordinaire, pourvu d'un système radiculaire exubérant, portant vingt-quatre feuilles.

Les racines ont séjourné une après-midi et la nuit suivante dans une solution de 2 grammes de chlorure de potassium fondu par litre d'eau.

Température de l'air	16,1 à 16,8
Température des racines	15,5 à 15,7
État hygrométrique	90

a. Absorption de la solution de chlorure de potassium à 2 p. 1000	0,51
b. Absorption de l'eau distillée	0,725
c. Absorption de la solution de chlorure de potassium à 2 p. 1000	0,55

L'eau distillée est bien mieux absorbée que la solution, mais le séjour de trente-huit minutes dans l'eau a suffi pour élever d'une manière sensible l'absorption de la solution.

Le même fait ressort encore plus nettement de la série suivante :

Température de l'air	18,0 à 18,2
Température de l'eau	17,35 à 17,5
État hygrométrique de l'air	89
d. Absorption de la solution de chlorure de potassium à 4 p. 1000	0,51
e. Absorption de l'eau distillée	0,735
f. Absorption de la solution à 4 p. 1000	0,65

Les racines ont plongé dans l'eau distillée une après-midi et la nuit suivante.

Température de l'air	18,8
Température des racines	18,1 à 18,25
État hygrométrique de l'air	88,5
g. Absorption de l'eau distillée	0,50
h. Absorption du chlorure de potassium à 4 p. 1000	0,51
i. Absorption de l'eau distillée	0,54

Grâce à la végétation des racines dans l'eau distillée pendant une vingtaine d'heures, la solution saline est un peu mieux absorbée que l'eau pure. Le contact des racines avec la solution pendant vingt minutes a suffi pour relever l'absorption de l'eau distillée de 0,50 à 0,54.

Les racines séjournent encore une fois toute l'après-midi et la nuit dans l'eau distillée.

Température de l'air	19,1 à 19,5
Température des racines	18,6
État hygrométrique de l'air	88
j. Absorption de l'eau distillée	0,42
k. Absorption de la solution à 4 p. 1000	0,72
l. Absorption de l'eau distillée	0,59

Le résultat, absolument analogue au précédent, est encore beaucoup plus marqué. La rapidité avec laquelle le sel rend à la plante la propriété d'absorber de l'eau distillée est tout à fait surprenante.

4. *Sulfate de potasse.* — Les racines du même Laurier-rose ont séjourné un jour dans l'eau distillée.

Température de l'air	19,8
Température des racines	19,1
État hygrométrique de l'air	86
a. Absorption de l'eau distillée	0,42
b. Absorption du sulfate de potasse à 1 p. 1000	0,55
c. Absorption de l'eau distillée	0,55
d. Absorption du sulfate de potasse à 2 p. 1000	0,58
e. Absorption de l'eau distillée	0,64

Autre expérience.

La plante a séjourné dans l'eau distillée.

a. Absorption de l'eau distillée	0,43
b. Absorption du sulfate de potasse à 1 p. 1000	0,51
c. Absorption de l'eau distillée	0,48
d. Absorption du sulfate de potasse à 2 p. 1000	0,49
e. Absorption de l'eau distillée	0,51
f. Absorption du sulfate de potasse à 4 p. 1000	0,50
g. Absorption de l'eau distillée	0,62

Les résultats de ces expériences sont donc exactement les mêmes qu'avec les autres sels ; la plante, abreuvée d'eau distillée, absorbe avidement la solution saline, mais un contact même très court des racines avec cette dernière leur rend la faculté d'absorber mieux l'eau distillée.

Je fais couler autour des racines, pendant une nuit, une solution de sulfate de potasse à 1 pour 1000 ; le lendemain j'obtiens les chiffres suivants :

Température de l'air	22,9
Température des racines	22,15
État hygrométrique de l'air	85,5
a. Absorption du sulfate de potasse à 1 p. 1000	0,41
b. Absorption de l'eau distillée	0,50
c. Absorption du sulfate de potasse, à 1 p. 1000	0,565

Après un séjour d'une nuit dans la solution, l'eau distillée est mieux absorbée que le sel, mais une demi-heure de contact avec l'eau distillée a suffi pour renverser le phénomène, en rendant à la plante la propriété d'absorber mieux la solution saline que l'eau pure.

5. *Solution nourricière complexe*, composée à parties égales de sulfate de magnésie, de chlorure de potassium et d'azotate de chaux, additionnée d'une petite quantité d'une solution concentrée de phosphate de soude jusqu'à la production d'un léger trouble.

Laurier-rose (*Nerium Oleander*) pourvu de nombreuses racines et de neuf feuilles bien développées.

Les racines ont séjourné pendant deux jours dans l'eau distillée.

Température de l'air	18,5
Température des racines	17,9
État hygrométrique de l'air	89
a. Absorption de l'eau distillée	0,35
b. Absorption de la solution nourricière à 3 p. 1000	0,415

Les racines restent en contact avec la solution nourricière pendant vingt-quatre heures.

Température de l'air	22,3 à 23,8
Température des racines	20,0 à 20,6
État hygrométrique de l'air	89
c. Absorption de la solution nourricière	0,65
d. Absorption de l'eau distillée	0,93

Les résultats sont exactement les mêmes qu'avec un sel isolé.

Il ressort de cette longue série d'expériences, dont je n'ai voulu reproduire qu'une faible partie, toutes étant parfaitement concordantes :

1° Que dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire la plante n'ayant pas manqué d'aliments minéraux, l'eau distillée est mieux absorbée que les solutions salines et que les liqueurs nourricières.

2° Que lorsque la plante a été soumise pendant un temps plus ou moins long au régime de l'eau distillée, elle absorbe

mieux les solutions salines et les liqueurs nourricières que l'eau pure.

3° Qu'un contact même de courte durée des racines avec l'eau distillée agit favorablement sur l'absorption des sels; et réciproquement, un contact passager des racines avec une solution saline, sur celle de l'eau distillée.

4° Que ces influences sont d'autant plus fortes, que les solutions salines et les liqueurs nourricières sont plus concentrées.

5° Qu'il n'y a aucune différence qualitative entre l'absorption de la solution d'un sel isolé et celle d'une liqueur nourricière.

Deuxième série d'expériences. — *Absorption des sels et des mélanges salins par les racines saines détachées de la tige.* — Ces expériences ont eu pour but unique de montrer que la racine isolée, détachée de la plante, se comporte exactement, à l'intensité du phénomène près, comme la plante intacte.

Je pense pouvoir me dispenser de reproduire ici de nouvelles séries de chiffres ; quelques essais suffiront pour écarter tout doute à cet égard.

Système radiculaire d'un Laurier-rose mastiqué dans l'appareil.

1. Les racines ont séjourné dans l'eau distillée pendant vingt heures.

Température de l'air	23
Température des racines	22,1 à 22,3
État hygrométrique de l'air	86
a. Absorption de l'eau distillée	0,86
b. Absorption du sulfate de potassse à 2 p. 1000	0,133

2. Les racines ont séjourné dans une solution de sulfate de potasse à 3 p. 1000.

Température de l'air	25
Température des racines	24,15 à 24,2
Etat hygrométrique de l'air	83
a. Absorption du sulfate de potasse à 3 p. 1000	0,15
b. Absorption de l'eau distillée	0,22

Il faut ajouter que dans le cas des racines coupées, l'absorp-

tion baisse rapidement après chaque changement de milieu et qu'on est obligé de s'en tenir aux premiers chiffres.

Troisième série d'expériences. — Absorption des sels et des mélanges salins par la section de rameaux feuillus.

Première expérience. — Quinze rameaux de Lilas coupés sous l'eau sont placés pendant vingt heures dans des solutions de chlorure de potassium (voy. tableau page 28).

Trois rameaux	(α)	reçoivent	une solution à.....	1/2 p. 1000.
—	(6)	—	une solution à....	1
—	(γ)	—	une solution à....	2
—	(δ)	—	une solution à....	4
—	(ε)	—	une solution à....	6

Ils sont disposés dans de petits flacons dont les goulots sont bouchés avec du coton destiné à empêcher l'évaporation directe de l'eau des flacons. Cette occlusion est bien suffisante pour des expériences qui ne durent que deux heures au plus.

Les flacons sont pesés avec les rameaux ; une nouvelle pesée faite une heure et demie plus tard donne par différence la quantité d'eau évaporée. Ensuite toutes les solutions sont remplacées par l'eau distillée, et l'on répète les mêmes pesées.

Les expériences ont été faites dans une pièce du laboratoire éclairée par la lumière diffuse, qui était suffisamment à l'abri des changements de température. Ciel couvert.

Voici le résumé des expériences :

Température de l'air..............................	23,3 à 24,2
État hygrométrique de l'air........................	71 à 78

On voit qu'après le traitement préalable par les solutions salines l'eau distillée, est mieux absorbée que les premières. Quant à l'influence de la concentration, les chiffres me paraissent trop peu nombreux pour qu'il soit permis d'en tirer une conclusion.

Deuxième expérience (inverse de la première). — Quinze rameaux de Lilas ont séjourné toute une nuit dans l'eau distillée. Après avoir déterminé leur transpiration, je leur donne trois à

TABLEAU I. — RAMEAUX DE LILAS AYANT SÉJOURNÉ PENDANT 20 HEURES, 3 A 3, DANS DES SOLUTIONS DE CHLORURE DE POTASSIUM DIFFÉREMMENT CONCENTRÉES, TRANSPORTÉS ENSUITE DANS L'EAU DISTILLÉE. — POIDS EN GRAMMES.

α. CHLORURE DE POTASSIUM à 1/2 pour 1000.			β. CHLORURE DE POTASSIUM à 1 pour 1000.			γ. CHLORURE DE POTASSIUM à 2 pour 1000.			δ. CHLORURE DE POTASSIUM à 4 pour 1000.			ε. CHLORURE DE POTASSIUM à 6 pour 1000.		
Transpiration dans la solution.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans l'eau distillée; celle dans le sel étant 100.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans l'eau distillée; celle dans le sel étant 100.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans l'eau distillée, celle dans le sel étant 100.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans l'eau distillée, celle dans le sel étant 100.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans l'eau distillée, celle dans le sel étant 100.
0,520	0,600	115	0,830	1,400	168	0,560	0,490	87	0,850	0,950	112	»	»	»
0,630	0,720	114	0,490	0,480	98	1,080	1,080	100	0,390	0,320	82	1,040	1,000	96
1,000	0,900	90	0,430	0,470	109	»	»	»	1,480	1,650	111	0,730	0,800	109
Moyenne....		106	Moyenne....		125	Moyenne....		93	Moyenne....		102	Moyenne....		102

TABLEAU II. — Température de l'air : 21°,0 a 21°,4. — État hygrométrique de l'air : 80,5 a 81,5.

α. Sel a 1/2 pour 1000.			β. Sel a 1 pour 1000.			γ. Sel a 2 pour 1000.			δ. Sel a 4 pour 1000.			ε. Sel a 6 pour 1000.		
Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans la solution, celle dans l'eau étant 100.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans la solution, celle dans l'eau étant 100.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans la solution, celle dans l'eau étant 100.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans la solution, celle dans l'eau étant 100.	Transpiration dans l'eau distillée.	Transpiration dans la solution.	Transpiration dans la solution, celle dans l'eau étant 100.
0,210	0,250	119	0,260	0,350	134	0,300	0,300	100	0,120	0,150	125	0,280	0,260	93
0,250	0,290	116	0,250	0,240	96	0,200	0,250	124	0,100	0,110	110	0.490	0,540	110
0,440	0,530	120	0,590	0,580	98	0,290	0,300	103	0,440	0,460	105	0,210	0,230	109
Moyenne....		118	Moyenne....		103	Moyenne....		109	Moyenne....		113	Moyenne....		104

trois les solutions différemment concentrées de chlorure de potassium (voy. tableau page 29).

Il est donc bien évident que les rameaux coupés se comportent exactement de la même manière que les plantes intactes. Quand ils ont été longtemps au régime de l'eau distillée, leur transpiration est activée par les dissolutions salines; quand, au contraire, ils ont eu à leur disposition des solutions salines, l'eau distillée hâte la transpiration.

Ce résultat est certainement fait pour étonner. A priori, on aurait été tenté de considérer tous ces phénomènes comme dépendant du pouvoir osmotique des racines.

Il est à présent certain que ce pouvoir ne réside pas uniquement dans les racines, mais dans toutes les parties de la tige, et qu'il est en relation avec l'ascension de la sève. Ces faits, je pense, contribueront à jeter quelque jour nouveau sur la question de la circulation de l'eau dans la plante.

Il n'y a pas de différence entre l'action des sels isolés et celle des solutions nourricières. Des rameaux de Lilas qui avaient séjourné pendant quarante-quatre heures dans l'eau distillée ont transpiré beaucoup plus vite dans des solutions complexes à $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 et 3 pour 1000 que dans l'eau pure.

Voici les chiffres :

Moyenne des trois rameaux :

a. Rameaux recevant la solution nourricière à 1/5 p. 1000 :	
Transpiration dans l'eau distillée	0,193
Transpiration dans la solution	0,203
b. Rameaux recevant la solution nourricière à 1/2 p. 1000 :	
Transpiration dans l'eau distillée	0,190
Transpiration dans la solution	0,220
c Rameaux recevant la solution nourricière à 1 p. 1000 :	
Transpiration dans l'eau distillée	0,080
Transpiration dans la solution	0,065
d. Rameaux recevant la solution nourricière à 2 p. 1000 :	
Transpiration dans l'eau distillée	0,170
Transpiration dans la solution	0,226

e. Rameaux recevant la solution nourricière à 3 p. 1000 :

Transpiration dans l'eau distillée..................	0,260
Transpiration dans la solution..................	0,330

Pendant ces expériences, la température de l'air est restée très fixe à 21°; l'état hygrométrique a varié de 85 à 87.

LES FORÊTS DU NEVADA CENTRAL

AVEC QUELQUES REMARQUES SUR CELLES DES RÉGIONS ADJACENTES

Par M. Ch. S. SARGENT.

Le voyageur qui traverse le grand Bassin par la voie de fer du Pacifique pourrait croire ce pays presque aussi dépourvu d'arbres que le grand plateau qu'il a laissé derrière les montagnes Rocheuses, en arrivant de l'Est. Cependant cette première impression disparaîtrait s'il descendait davantage vers le Sud et s'il gravissait quelques-unes des basses chaînes de montagnes qui, presque toutes dirigées dans le sens des méridiens, divisent partout l'intérieur de cette région élevée en longues et étroites vallées. Comparées à nos forêts atlantiques ou à celles, plus nobles encore, qui, dans l'Ouest lointain, doivent leur existence au voisinage de l'océan Pacifique, les forêts de ces déclivités du Nevada se font remarquer par leur peu d'étendue, l'aspect misérable des arbres, et surtout par le nombre extrêmement restreint des espèces dont elles sont composées. Néanmoins, si clairsemées et si pauvres qu'elles soient, elles ont, dans l'état actuel des choses, une immense valeur, parce qu'elles régularisent et conservent les faibles cours d'eau qui soutiennent l'agriculture du Nevada, et qu'elles fournissent les bois de construction et de chauffage à une nombreuse population; population malheureusement imprévoyante, qui gaspille sans trêve ni merci et sans prévision de l'avenir cette précieuse ressource, oubliant que son isolement des contrées habitées, les longues distances et le fret excessivement élevé des transports lui enlèvent tout moyen de se pourvoir ailleurs.

Une rapide excursion entreprise au mois de septembre dernier (1878), en vue d'étudier sur place la production forestière du grand Bassin et d'introduire dans nos États de l'Est quelques-unes des plantes particulières à cette région, m'a conduit

jusqu'au centre minier d'Eureka, et de là, par les vallées du Dry et du Fisher Spring, à 75 milles plus au sud, dans la chaîne du Monitor, jusqu'à son point culminant, la montagne de la Table, haute de 11 200 pieds (3425 mètres). Je trouvai là tous les matériaux de l'étude que j'avais dessein d'entreprendre.

Les forêts, dans cette partie du grand Bassin, ne contiennent que sept espèces d'arbres. Deux d'entre eux, le Cèdre rouge (*Juniperus virginiana* L.) et le Tremble (*Populus tremuloides* Michx), s'étendent à travers tout le continent, de l'E. à l'O.; deux autres, le *Pinus Balfouriana* Murr. et le *Pinus flexilis* James, couvrent les chaînes de montagnes depuis les monts Rocheux du Colorado jusqu'au mont Shasta en Californie; deux encore, le *Pinus monophylla* Torr. et le *Juniperus californica* Carr., variété *utahensis* Engelm., sont endémiques dans le grand Bassin; enfin le *Cercocarpus ledifolius* Nutt., qu'on ne rencontre qu'à l'état de buisson plus ou moins grand dans les monts Rocheux et en Californie, et qui devient, mais ici seulement, un arbre d'une certaine valeur.

Ni le Cèdre rouge, ni le Tremble n'ont d'importance ici. On n'a rencontré qu'un seul individu de Cèdre rouge fort rabougri, et il est évidemment si rare dans toute la région, qu'il n'ajoute à peu près rien à la valeur de ses forêts. Quant au Tremble, il borde tous les cours d'eau des montagnes au-dessus de 8000 pieds (2440 mètres) d'altitude, et il est rare qu'il y atteigne une hauteur de 15 pieds (5 mètres), sa tige n'ayant à la base que quelques pouces d'épaisseur : aussi le considère-t-on comme pratiquement inutile. Plus à l'E., dans les monts Wahsatch, on voit quelques arbres de cette espèce dont le tronc acquiert jusqu'à deux pieds d'épaisseur (61 centimètres). Là il est exploité sur une grande échelle par les Mormons, qui en tirent des planches, des solives, des ustensiles divers, etc.

Le *Juniperus californica* var. *utahensis* est le plus commun et le plus largement répandu de tous les arbres de la région. On le rencontre à des altitudes moindres que les autres, et il est le seul qui descende jusqu'au fond des vallées, où, à la hauteur

de 5000 pieds (1525 mètres), il est souvent abondant, mais moins cependant que sur les déclivités des montagnes, où il s'élève à plus de 8000 pieds (2440 mètres). C'est un arbre bas, de forme buissonnante, ramifié au niveau du sol, dont le tronc robuste excède rarement 2 pieds (61 centimètres) de diamètre à la base. Sa ramure est courte et résistante, son écorce épaisse et fendillée. Le bois, qui est d'une dureté moyenne, de couleur pâle et légèrement aromatique, fournit le combustible le moins cher tant pour les usages domestiques que pour le chauffage des machines à vapeur employées dans les travaux des mines ou sur les voies ferrées. Le *Juniperus californica* type est propre à la région californienne maritime, et sa variété *utahensis* s'étend sur toute la partie méridionale du grand Bassin. Lorsqu'elle porte fruits, cette espèce se reconnaît aisément à ses baies sèches et monospermes, à la grande épaisseur de l'enveloppe ligneuse qui entoure la graine, et, comme l'a fait remarquer le docteur Engelmann, à son embryon pourvu de 4 à 6 cotylédons, ce qui est unique dans le genre. Lorsqu'il n'est pas en fruits, on peut aisément le confondre avec le *J. occidentalis* Hook., qui cependant n'a pas été trouvé dans le Nevada central. De même que tous les arbres du grand Bassin, ce Genévrier croît avec une excessive lenteur. Un échantillon que j'en ai en ce moment sous les yeux, et qui a quatre pouces et demi de diamètre, laisse voir sur sa coupe transversale cent cinq couches ligneuses accusant un pareil nombre d'années de croissance. L'épaisseur moyenne de l'accroissement annuel est donc d'environ $\frac{1}{5}$ de pouce ($\frac{1}{2}$ millimètre).

En compagnie de ce Genévrier, au-dessus de 6000 pieds (1830 mètres), et montant même un peu plus haut que lui, se trouve le *Pinus monophylla* Torr., le *Nut Pine* ou Pin amandier du Nevada et de la Californie orientale, qu'il ne faut pas confondre avec une autre espèce à graines également comestibles, le *P. edulis* Engelm., qu'on rencontre depuis le Colorado jusqu'au Nouveau-Mexique et à l'Arizona. Le *P. monophylla* est un petit arbre de 10 à 20 pieds (de 3 à 7 mètres) de haut, à écorce écailleuse et rougeâtre, qui se distingue à première vue

de tous les autres Pins américains par ses feuilles ou aiguilles *solitaires*, glauques et cylindriques ; il est rare qu'elles soient géminées, et alors elles sont demi-cylindriques. Le bois de l'arbre est blanc, doux au toucher, léger et très résineux. C'est de tous les bois de la région celui qu'on préfère pour faire du charbon. Par la lenteur de sa croissance, le *P. monophylla* rivalise avec le Genévrier dont je parlais plus haut. J'en ai examiné un échantillon tiré de la même localité que ce dernier il avait 5 pouces et demi de diamètre, et sur sa couche transversale on comptait cent trente couches annuelles de bois. On sait communément que l'immense production d'amandes, de saveur agréable, qui se récoltent dans ces forêts de Pins, constitue la base la plus importante de l'alimentation des Indiens du grand Bassin. La valeur de cette récolte et l'excellence du charbon qu'on obtient de son bois font du *Pinus monophylla* un arbre exceptionnellement précieux dans un pays minier entièrement dépourvu de houille, mais c'est aussi ce qui fait le danger de le voir disparaître dans un prochain avenir. Il ne serait pas sans intérêt de tenter l'introduction de cet arbre dans le midi de l'Europe ; il réussirait vraisemblablement sur les pentes arides des montagnes actuellement dénudées et qu'on tente presque vainement de reboiser d'essences européennes. Son port strictement pyramidal lorsqu'il est jeune, mais qui change de figure avec l'âge, et la belle teinte glauque de son feuillage, le recommandent d'ailleurs aux amateurs de Conifères cultivées pour le simple agrément.

Le *Pinus Balfouriana* n'a été trouvé jusqu'ici que sur le mont Prospect, près d'Eureka, à une hauteur de 7500 à 8000 pieds (2000 à 2440 mètres), c'est-à-dire jusqu'au sommet de la montagne. A l'arrivée des Européens, ce sommet était entièrement boisé, mais, à peu d'exceptions près, tous les Pins ont été coupés pour fournir des madriers aux mineurs, qui les préféraient à cause de leur grain serré et résistant à tous les autres bois du Nevada. Les individus qui ont échappé à cette destruction ont de 15 à 30 pieds de haut ; leur tronc a quelquefois jusqu'à deux pieds de diamètre à la base, et leur forme pyramidale les

ferait prendre, à une certaine distance, pour des Sapins. L'écorce du tronc, comme le bois, est rougeâtre, très épaisse et profondément crevassée; celle des branches est lisse et entièrement blanche. Les feuilles, courtes, serrées et incurvées, persistent pendant des années, formant des touffes longues d'un pied à l'extrémité des rameaux dénudés sur le reste de leur étendue, ce qui a valu à l'arbre, de la part des mineurs, le nom de *Pin queue de renard*. Si le *Pinus Balfouriana* devait conserver dans la culture les particularités qui le distinguent sur les montagnes du Nevada, il deviendrait intéressant pour les plantations ornementales.

Le *Pinus flexilis*, qui représente au Nevada le Pin blanc de l'Est et le Pin à sucre de Californie, est le plus grand et certainement le plus estimable des arbres de futaie de la partie centrale du grand Bassin. J'en ai vu de grands massifs sur la chaîne du Monitor, entre 8000 pieds (2440 mètres) et 10 000 pieds (3050 mètres) d'altitude. C'est lui qui, plus loin vers le nord-est, donne aux diverses parties de la région leurs noms de *White Pine district*, *White Pine range*, etc. Sur la chaîne du Monitor on rencontre assez fréquemment des individus de 50 à 70 pieds (15 à 18 mètres) de hauteur, avec des troncs de 2 à 4 pieds de diamètre; mais la taille de ces arbres diminue graduellement avec l'altitude, de telle sorte qu'à 3000 mètres ils se réduisent à de simples buissons de 1 à 2 pieds de haut. Le fait que les plus beaux exemplaires de ce Pin se trouvent le long des cours d'eau de la montagne, en compagnie du *Populus tremuloides*, indique clairement qu'il est plus sous la dépendance de l'humidité de l'air et du sol que les autres Conifères du Nevada. C'est le seul arbre de la région que l'on débite en planches. Le bois en est tendre, blanc, à grain assez fin, et quoiqu'il ne soit pas dépourvu de nœuds, il est bon, et, pour la qualité, il tient le milieu entre ceux du Pin blanc de l'Est et du Pin à sucre de Californie.

Le *Cercocarpus ledifolius*, qui, exception faite du *Populus tremuloides*, est le seul arbre non conifère du pays, atteint ici sa plus grande taille et son plus grand âge. Il est commun

entre 6000 et 8000 pieds (1830 et 2440 mètres) d'altitude, et, après le Genévrier et le Pin amandier, l'arbre le plus abondant du Nevada central. C'est un petit arbre de 10 à 30 pieds (de 3 à 9 mètres) de haut, à petites feuilles persistantes, à écorce brune et qui se détache par plaques; par son port et tout son aspect il rappelle assez bien un Pommier à tête déprimée. Le bois de cet arbre, qui est d'une brillante couleur d'acajou et prend un beau poli, est excessivement dur, pesant, à grain serré, mais extrêmement fragile, et si difficile à travailler, qu'on le regarde comme ne pouvant être d'aucune utilité dans l'industrie. On l'emploie cependant quelquefois comme support de machines, et, sous ce rapport, il rivalise de solidité avec les métaux. Toutefois sa valeur comme combustible l'emporte sur celle de tous les autres arbres de l'Amérique du Nord. Dans nos États de l'Est, nous considérons nos Hickories (*Juglans*, *Carya*) comme fournissant le meilleur bois de chauffage, mais ils sont inférieurs à ce point de vue à l'*Acajou de montagne*, ainsi qu'on nomme généralement le *Cercocarpus* dans le Nevada. Le poids spécifique de l'Hickory sec n'est que 0,838 (le poids de l'eau étant pris pour unité); celui du *Cercocarpus* est 1,117, et comme la valeur du combustible est proportionnelle au poids spécifique, le bois du *Cercocarpus* est de 30 pour 100 supérieur à celui de l'Hickory. Le résidu de cendres laissé par la combustion n'est, pour le *Cercocarpus*, que 0,52 pour 100 du bois consumé; il est de 0,81 pour 100 pour l'Hickory, c'est-à-dire de $\frac{1}{30}$ pour 100 plus élevé. Le *Cercocarpus* est probablement le seul arbre de l'Amérique septentrionale dont le bois soit plus lourd que l'eau, et, parmi les arbres des tropiques utilisés dans les arts, il n'y en a que six, d'après les documents fournis par Lastett, qui l'égalent ou le surpassent sous ce rapport, et parmi eux le Gaïac, le plus lourd de tous, dont le bois sec pèse 1,248. Ainsi qu'on doit s'y attendre, le *Cercocarpus* croît avec une excessive lenteur. L'examen d'un bon nombre d'échantillons, âgés de cent à deux cents ans, que j'ai eus sous les yeux, m'a fait reconnaître que l'accroissement annuel de l'arbre, en épaisseur, n'est en moyenne que de $\frac{1}{60}$ de pouce ($0^{mm},42$). Le

plus grand exemplaire vivant que j'ai vu se trouvait sur le mont Prospect, près d'Eureka, à une altitude de 7000 pieds (2135 mètres). C'était un arbre surbaissé, très branchu, haut d'une vingtaine de pieds, dont le tronc avait près de 2 mètres de hauteur au-dessous des premières branches. A un mètre du sol, la circonférence de ce tronc était de 7 pieds 5 pouces (2^{m},25). Si nous supposons que la croissance de cet arbre ait été aussi rapide que celle des échantillons tirés d'arbres plus jeunes que j'ai cités tout à l'heure, on ne peut pas lui attribuer moins de 800 ans; mais il est probablement beaucoup plus vieux, puisque l'épaisseur des couches ligneuses annuelles décroît à partir d'un certain âge, et l'on peut avec vraisemblance supposer que la graine d'où il est sorti avait déjà germé quand le plus âgé des *Sequoia* actuellement vivants en Californie n'avait pas encore atteint son second centenaire.

Deux arbustes de cette région méritent d'être mentionnés ici à cause de leur beauté, qui les rend tout à fait dignes d'entrer dans nos jardins d'agrément. C'est d'abord le *Cowania mexicana* Don, superbe Rosacée, très voisine du *Cercocarpus*, qui se distingue par un élégant feuillage pennilobé et par de grandes et très abondantes fleurs jaunes; puis un *Spiræa* frutescent, le *S. Millefolium* Torr., dont le feuillage rappelle celui du *Chamæbatia:* mais c'est une plante plus forte et d'un port plus frappant; peut-être même est-il le plus beau de tout le genre.

On voit par ce qui précède que les forêts du Nevada, composées d'un petit nombre d'espèces qui luttent péniblement contre un mauvais sol et un mauvais climat, datent d'une époque très reculée, et que les arbres clairsemés et rabougris dont elles se composent n'atteignent leur état adulte qu'après des siècles de croissance prodigieusement lente. Pour cette raison, il devient visible qu'une fois détruites, elles ne pourront plus se reconstituer, la sécheresse, qui sera la conséquence du déboisement, devant opposer à la nature et aux efforts de l'homme un obstacle insurmontable. Il importe donc d'éveiller l'attention publique sur la nécessité de sauver, avant qu'il soit trop tard, quelques parties de ces forêts. De vastes surfaces encore boisées appar-

tiennent au gouvernement, et il est de son devoir de les maintenir intactes pour conserver l'humidité des montagnes, d'où dépend l'existence future des populations de cette contrée. C'est une idée dont on ne peut se défendre quand on a vu les terribles destructions d'arbres qui s'exécutent journellement sur le domaine public et sur le domaine privé, et qui s'étendent à mesure qu'on découvre de nouveaux gîtes de métaux précieux.

Il n'est pas sans intérêt de comparer la végétation arborescente du Nevada avec celle des régions situées directement à l'est et à l'ouest du grand Bassin, car de cette comparaison résultera un nouveau degré d'évidence de la pauvreté forestière du Nevada. On y trouvera en même temps une nouvelle preuve du rapport qui existe entre la pluie et la distribution des forêts, et surtout de l'influence de l'humidité sur le nombre des espèces, nombre qui croît ou diminue en proportion de la quantité d'eau pluviale qui arrose annuellement la terre.

Dans le territoire situé entre les 41e et 37e parallèles, et qui s'étend du pied oriental des montagnes Rocheuses aux versants occidentaux de la Sierra-Nevada, il existe trois grands massifs forestiers (1). Commençant par l'est, nous trouvons : 1° les montagnes Rocheuses, comprenant, outre la chaîne principale, les chaînes secondaires de Uinta et de Wahsatch, ainsi que la région du Colorado et la moitié occidentale de l'Utah ; 2° le Nevada proprement dit, qui s'étend du pied occidental du Wahsatch au pied orienta de la Sierra-Nevada, embrassant la moitié occidentale de l'Utah et la totalité du Nevada, à l'exception de ses deux extrémités nord et sud ; 3° enfin, la région montagneuse de la Sierra-Nevada.

Dans les montagnes Rocheuses, circonscrites comme nous venons de le dire, et où, malgré leur situation continentale, règne une grande humidité qu'y attirent les pics très élevés qui les dominent de toutes parts, on trouve 25 espèces d'arbres et

(1) Dans la comparaison qui va suivre, nous tiendrons compte non-seulement des arbres proprement dits, mais aussi de tous les arbustes et sous-arbustes qui excèdent $1^{m},10$ en hauteur, et qui, en qualité de sous-bois, sont un élément très important de la forêt.

48 d'arbustes, en tout 73 espèces ligneuses. Dans le Nevada, où, par suite de sa situation isolée entre de hautes chaînes de montagnes, les chutes de pluie sont faibles et irrégulièrement distribuées, le nombre des espèces arborescentes ou seulement arbustives se réduit presque à la moitié du précédent, soit à 38 espèces, dont 10 arbres et 28 arbustes. Dans la Sierra-Nevada au contraire, où l'océan Pacifique envoie une grande quantité d'eau sous forme de neige, de pluie ou de brouillards, et malgré la distribution assez irrégulière de cette eau dans le cours des saisons et de l'année, le nombre des espèces ligneuses s'élève à 89, dont 35 sont des arbres (1), c'est-à-dire trois fois et demie autant que dans la région voisine du Nevada et un tiers de plus que dans les montagnes Rocheuses; et 54 arbrisseaux et arbustes, soit le double du nombre de ceux de la région du Nevada.

La table suivante met en regard, autant que nous la connaissons actuellement, la végétation forestière des trois régions comparées.

MONTAGNES ROCHEUSES.	NEVADA.	SIERRA-NEVADA.
Berberis Fendleri.	Berberis Fremontii.	
		Calycanthus occidentalis.
		Fremontia californica.
Ptelea angustifolia.		
Rhamnus californica.		Rhamnus californica.
		Rhamnus alnifolia.
		Rhamnus crocea.
		Ceanothus cordulatus.
		Ceanothus integerrimus.
		Æsculus californica.
Acer grandidentatum.		Acer macrophyllum.
Acer glabrum.	Acer glabrum.	Acer glabrum.
Negundo aceroides.		
Rhus glabra.		

(1) Le *Pinus monophylla*, quoiqu'on le rencontre çà et là sur le flanc oriental de la Sierra, n'est pas compris parmi les arbres que nous attribuons à cette région, parce que, de même que l'*Artemisia tridentata*, il est éminemment caractéristique de la flore du Nevada.

MONTAGNES ROCHEUSES.	NEVADA.	SIERRA-NEVADA.
		Rhus diversiloba.
Rhus aromatica.	Rhus aromatica.	Rhus aromatica.
Robinia neo-mexicana.		
		Cercis occidentalis.
Prunus pennsylvanica.		Prunus subcordata.
Prunus virginiana.	Prunus Andersoni.	Prunus emarginata.
Prunus demissa.	Prunus demissa.	Prunus demissa.
Spiræa discolor.	Spiræa discolor.	Spiræa discolor.
	Spiræa Millefolium.	
Neillia opulifolia.		Neillia opulifolia.
Rubus deliciosus.		Rubus nutkanus.
Purshia tridentata.	Purshia tridentata.	
Coleogyne ramosissima.		
Cercocarpus parvifolius.		Cercocarpus parvifolius.
Cercocarpus ledifolius.	Cercocarpus ledifolius.	Cercocarpus ledifolius.
Cercocarpus intricatus.		
Cowania mexicana.	Cowania mexicana.	
		Adenostoma fasciculatum.
Rosa blanda.	Rosa californica var.	Rosa californica.
Rosa blanda var.	Rosa blanda var	
		Heteromeles arbutifolia.
Sorbus sambucifolia.		Sorbus sambucifolia.
Cratægus rivularis.		Cratægus rivularis.
Cratægus coccinea.		
Amelanchier alnifolia.	Amelanchier alnifolia.	Amelanchier alnifolia.
Peraphyllum ramosissimum.		
Philadelphus microphyllus.		Philadelphus Lewisii.
Fendlera rupicola.		
		Carpenteria californica
Ribes cereum.	Ribes cereum.	Ribes cereum.
Ribes aureum.	Ribes aureum.	Ribes aureum.
Ribes leptanthum.		Ribes leptanthum.
Ribes bracteosum.		Ribes Menziesii.
Ribes divaricatum.		Ribes oxyacanthoides.
		Ribes sanguineum.
Cornus pubescens.	Cornus pubescens.	Cornus pubescens.
		Cornus sessilis.
		Cornus Nuttallii.
		Garrya Fremontii.

MONTAGNES ROCHEUSES.	NEVADA.	SIERRA-NEVADA.
Sambucus glauca.	Sambucus glauca.	Sambucus glauca.
Sambucus racemosa.		Sambucus racemosa.
Lonicera involucrata.	Lonicera involucrata.	Lonicera involucrata.
		Cephalanthus occidentalis.
Artemisia tridentata.	Artemisia tridentata.	
		Leucothoe Davisiæ.
		Arctostaphylos pungens.
		Rhododendron occidentale.
		Styrax californica.
	Fraxinus anomala.	Fraxinus dipetala.
Forestiera neo-mexicana.		Fraxinus oregona.
		Eriodictyon glutinosum.
		Umbellaria californica.
Shepherdia canadensis.	Shepherdia canadensis.	
Shepherdia argentea.	Shepherdia argentea.	
	Shepherdia rotundifolia.	
Elæagnus argentea.		
Sarcobatus vermiculatus.	Sarcobatus vermiculatus.	
Atriplex confertifolia.	Atriplex confertifolia.	
	Spirostachys occidentalis.	
Celtis occidentalis.		
Celtis occident. pumila.		
Quercus undulata.		Quercus lobata.
		Quercus lobata fruticosa.
		Quercus Douglasii.
		Quercus chrysolepis.
		Quercus chrysolepis var. vacciniifolia.
		Quercus sonomensis.
		Quercus Vislizeni.
		Quercus densiflora.
		Castanopsis chrysophylla.
Betula occidentalis.		
Betula glandulosa.		
Corylus rostrata.		Corylus rostrata californica.
		Myrica Hartwegii.

MONTAGNES ROCHEUSES.	NEVADA.	SIERRA-NEVADA.
Alnus incana.		Alnus incana.
Alnus viridis.		Alnus rhombifolia.
Salix longifolia.	Salix ongifolia.	Salix (species).
Salix cordata.	Salix cordata.	Salix (species).
Populus tremuloides.	Populus tremuloides.	Populus tremuloides.
Populus angustifolia.	Populus angustifolia.	Populus Fremontii.
Populus balsamifera.	Populus trichocarpa.	Populus trichocarpa.
Ephedra trifurca.	Ephedra trifurca.	
Pinus contorta.		Pinus contorta.
Pinus contorta latifolia.		
Pinus ponderosa.		Pinus ponderosa.
Pinus edulis.	Pinus monophylla.	
Pinus flexilis.	Pinus flexilis.	Pinus flexilis.
Pinus Balfouriana.	Pinus Balfouriana.	Pinus Balfouriana.
		Pinus Sabiniana.
		Pinus tuberculata.
		Pinus monticola.
		Pinus Lambertiana.
Picea Engelmanni.	Picea Engelmanni.	
Picea pungens.		
Abies subalpina.		
Abies concolor.		Abies concolor.
		Abies magnifica.
		Abies nobilis.
		Tsuga Hookeri.
Pseudotsuga Douglasii.		Pseudotsuga Douglasii.
		Sequoia gigantea.
		Libocedrus decurrens.
		Taxus brevifolia.
		Torreya californica.
Juniperus occidentalis.		Juniperus occidentalis.
	Juniperus californica var. utahensis.	
Juniperus virginiana.	Juniperus virginiana.	
73 espèces.	38 espèces.	89 espèces.
47 genres.	26 genres.	51 genres.
19 arbres de futaie.	10 arbres de futaie.	31 arbres de futaie.
6 arbrisseaux.	28 arbustes.	4 petits arbres.
48 sous-arbustes.		54 arbustes.

Quatorze espèces sont communes aux trois régions ; ce sont les suivantes :

Acer glabrum.
Rhus aromatica, var.
Prunus demissa.
Spiræa discolor, var.
Cercocarpus ledifolius.
Amelanchier alnifolia.
Ribes cereum.
Ribes aureum.
Cornus pubescens.
Sambucus glauca.
Lonicera involucrata.
Populus tremuloides.
Pinus flexilis.
Pinus Balfouriana.

En sus de ces quatorze espèces, il y en a 12 qui sont communes aux montagnes Rocheuses et à la Sierra-Nevada, savoir :

Rhamnus californica.
Neillia opulifolia.
Cercocarpus parvifolius.
Sorbus sambucifolia.
Ribes leptanthum.
Sambucus racemosa.
Alnus incana.
Pinus contorta.
Pinus ponderosa.
Abies concolor.
Pseudotsuga Douglasii.
Juniperus occidentalis.

Toutes les espèces du Nevada s'étendent à la région des montagnes Rocheuses, à l'exception des 10 suivantes :

Berberis Fremontii.
Prunus Andersoni.
Spiræa Millefolium.
Rosa californica, var.
Fraxinus anomala.
Shepherdia rotundifolia.
Spirostachys occidentalis.
Populus trichocarpa.
Pinus monophylla.
Juniperus californica, var.

Le *Populus trichocarpa* est la seule espèce arborescente du Nevada (peut-être cependant avec les deux Saules) qui, en outre des 14 espèces communes aux trois régions, s'étend jusqu'à la Sierra-Nevada, de sorte que 15 espèces du Nevada se trouvent dans la région de la Sierra-Nevada, tandis que 28 pénètrent dans les montagnes Rocheuses, ne laissant ainsi que 10 espèces appartenant en propre au Nevada. Parmi elles, le *Fraxinus anomala* et le *Shepherdia rotundifolia* sont endémiques ; les 8 autres espèces s'étendent au sud jusque dans l'Arizona.

Les genres suivants, qui sont communs à la Sierra-Nevada

et aux forêts atlantiques, n'ont pas de représentants dans la flore continentale intermédiaire :

Calycanthus.
Cephalanthus.
Styrax.
Æsculus.
Leucothoe.
Myrica.
Torreya.
Cercis.
Rhododendron.
Tsuga.

Dans la Sierra-Nevada, 10 genres n'ont pas de représentants dans les forêts de l'Est, savoir :

Fremontia.
Carpenteria.
Umbellaria.
Adenostoma.
Garrya.
Castanopsis.
Libocedrus.
Heteromeles.
Eriodictyon.
Sequoia.

Un fait à remarquer est l'absence presque totale de Légumineuses arborescentes et frutescentes dans les trois régions, où les genres herbacés de cette famille sont cependant fort nombreux, et l'on a d'autant plus lieu d'en être surpris, que ces Légumineuses arborescentes abondent un peu plus loin au sud, dans le Nouveau-Mexique et l'Arizona. On trouve cependant dans la région des montagnes Rocheuses un *Robinia* très voisin de ceux des États de l'Est, et dans la Sierra-Nevada une seule espèce de *Cercis*, qui encore n'est qu'un grand buisson. D'autre part, et ceci est pareillement à noter, le nombre des Rosacées frutescentes, dont plusieurs sont endémiques et monotypiques, est très considérable comparativement à celui des autres Angiospermes. C'est ainsi qu'on trouve dans les montagnes Rocheuses 13 genres et 19 espèces de ces Rosacées ligneuses ou arborescentes ; 7 genres et 10 espèces dans la région du Nevada ; et 11 genres avec 13 espèces dans celle de la Sierra-Nevada, c'est-à-dire, en tout, 14 genres et 28 espèces. Dans toute l'étendue des États-Unis à l'est du Mississippi, on ne connaît que 10 genres de Rosacées ligneuses, tous représentés dans nos trois régions de l'Ouest, à l'exception des deux genres méridionaux *Chrysobalanus* et *Neviusia*.

La comparaison de nos trois régions, en ce qui concerne les Chênes, va nous faire voir combien la distribution de ces arbres est sous la dépendance de l'humidité du climat. Les Chênes

abondent dans les deux forêts de l'Est et de l'Ouest, celles de l'Atlantique et du Pacifique, tandis que dans la région intermédiaire des montagnes Rocheuses il n'y en a qu'une seule espèce, extrêmement polymorphe, qui n'atteint pas le Nevada, où aucune espèce du genre n'est connue ; il n'y en a même point, autant que je sache, sur les flancs orientaux de la Sierra-Nevada, qui font face à la région aride du grand Bassin. Quelques espèces insignifiantes et rabougries de Chênes se rencontrent cependant le long des montagnes de l'Arizona et du Nouveau-Mexique ; mais il tombe là quelques pluies, qui sont mieux distribuées sur les saisons que plus au nord, et c'est par là, en quelque sorte, que la région forestière du Pacifique se rattache à celle de l'Atlantique.

Ce qui est encore à noter, c'est l'absence du *Pinus ponderosa* dans la région du Nevada. Cette espèce abonde dans toute la chaîne des montagnes Rocheuses, et, à travers le Nouveau-Mexique et l'Arizona, elle s'étend jusqu'à la Sierra-Nevada, où elle constitue, sur les pentes orientales arides, au moins les trois quarts de la forêt. On pourrait donc s'attendre à la rencontrer sur quelques-uns des sommets les plus élevés du Nevada central, et cependant personne ne l'y a encore vue.

Il en est de même du *Pseudotsuga Douglasii*, très commun dans toute la région des montagnes Rocheuses, ainsi que sur les pics les plus élevés du Nouveau-Mexique et de l'Arizona, mais qui ne pénètre pas dans la région du Nevada. Ceci, toutefois, est peut-être moins surprenant que l'absence du *Pinus ponderosa*, parce que le *Pseudotsuga Douglasii* ne paraît pas nombreux sur les versants orientaux de la Sierra-Nevada, et qu'il n'atteint son plus grand développement que sous le ciel humide du nord-ouest de la région maritime.

Enfin le *Juniperus virginiana*, l'arbre américain le plus largement répandu, qu'on rencontre depuis le fleuve Saint-Laurent jusqu'à la Floride, et des bords de l'Atlantique aux côtes septentrionales du Pacifique, ne pénètre pas cependant dans la Sierra-Nevada, et l'on peut dire qu'il expire dans le Nevada, où il est d'une extrême rareté.

SUR

LA DÉCOMPOSITION DE L'ACIDE CARBONIQUE

PAR LES FEUILLES ÉCLAIRÉES PAR DES LUMIÈRES ARTIFICIELLES

Par M. P. P. DEHÉRAIN
Docteur ès sciences

et M. L. MAQUENNE
Licencié ès sciences, répétiteur à l'École de Grignon.

M. Hervé-Mangon et M. Prillieux ont montré, il y a déjà quelques années, que des feuilles développées dans l'obscurité, présentant la teinte jaune des plantes étiolées, verdissent quand elles sont soumises à l'action des lumières artificielles. — Continuant ces recherches, M. Prillieux (*Comptes rendus*, 1869, p. 408) a placé des rameaux d'*Helodea* dans de l'eau légèrement chargée d'acide carbonique et les a exposés à l'action des lumières artificielles. Il a vu s'échapper des sections des rameaux de petits filets gazeux : quand le dégagement n'est pas trop rapide, on peut compter les bulles émises dans un temps donné et en déduire l'intensité avec laquelle se produit le phénomène.

En s'appuyant sur les expériences de M. Prillieux, les seules que nous connaissons sur ce sujet, peut-on affirmer que les lumières artificielles sont capables de déterminer la décomposition de l'acide carbonique ? Est-il certain que le gaz qui s'échappe par les rameaux coupés est bien de l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique ?

Nous ne pensons pas que l'expérience soit suffisante pour qu'on en puisse déduire que les lumières artificielles déterminent la décomposition de l'acide carbonique. En effet, les feuilles renferment toujours une certaine quantité de gaz ; ces feuilles, exposées à l'action de radiations à la fois calorifiques

et lumineuses, peuvent laisser dégager le gaz qu'elles contiennent, par suite d'un simple échauffement, et le dégagement gazeux observé est peut-être simplement l'air qui était primitivement renfermé dans les feuilles (1).

Il est très possible cependant que le dégagement gazeux soit dû non-seulement à un échauffement du gaz de la feuille, mais aussi à une décomposition d'acide carbonique; l'expérience de M. Prillieux laisse la question indécise, et pour arriver à une certitude, il nous a paru nécessaire de nous placer dans des circonstances telles qu'elles permissent de procéder à des analyses, nous montrant un excès d'oxygène dans l'atmosphère où avaient séjourné les feuilles éclairées.

Il est évident que, pour que le phénomène d'assimilation soit sensible, il faut fournir à la plante une somme de lumière suffisante pour qu'elle dégage un volume d'oxygène au moins égal à celui qui est consommé dans le même temps par la respiration; or, pour arriver à ce résultat, on est nécessairement conduit à rapprocher beaucoup la feuille de la source lumineuse, et il arrive bientôt un moment où la chaleur obscure, qui est rayonnée en même temps que la lumière, devient suffisamment intense pour désorganiser les tissus chlorophylliens qui aussitôt cessent de fonctionner (2).

Habituellement cette difficulté ne se rencontre pas quand on opère au soleil; car dans ce cas le rapport de la chaleur obscure à la chaleur totale est seulement de $\frac{7}{10}$ environ, tandis que pour les sources artificielles, il s'élève quelquefois jusqu'à $\frac{9}{10}$, nombre trouvé pour le rayonnement du platine dans la lampe de M. Bourbouze.

Il nous a dès lors semblé que, dans les expériences de M. Prillieux, l'eau jouait surtout le rôle d'un corps absorbant chargé d'arrêter au passage les radiations obscures, et par suite

(1) Voyez la note de M. Barthélemy, *Ann. de chimie et de phys.*, 6e série, 1878, t. XVIII, p. 140.

(2) L'un de nous a fait voir, dans une Note communiquée à l'Académie des sciences (décembre 1878), que le pouvoir absorbant des feuilles pour la chaleur obscure émise par la lampe Bourbouze est égal à 0,70 en moyenne.

de ramener le rayonnement des lumières artificielles à une constitution physique analogue au rayonnement du soleil.

C'est en se basant sur cette première idée théorique que toutes les expériences que nous allons décrire ont été entreprises.

Dans une première série d'essais nous avons laissé des plantes immergées dans une dissolution faible d'acide carbonique, suivant le procédé classique de MM. Cloëz et Gratiolet. Nous avons bien vu, comme l'a observé M. Prillieux, une multitude de bulles gazeuses couvrir la surface des feuilles et s'échapper rapidement par la section des tiges et des pétioles ; mais lorsque nous avons cherché à déterminer, par la méthode de M. Boussingault, la composition de l'atmosphère dissoute dans l'eau, de l'atmosphère de l'eau et des feuilles ayant subi ou non une illumination artificielle, nous n'avons pas obtenu des résultats satisfaisants. Nous avons donc dû renoncer à cette méthode, et nous avons opéré en plaçant nos feuilles dans une atmosphère gazeuse chargée d'acide carbonique, et en les protégeant de l'action trop intense des rayons calorifiques par une couche d'eau de 1 à 2 centimètres d'épaisseur (1).

§ 1er.

Appareil employé.

Les premiers essais que nous avons exécutés nous ont fait voir que nous ne pouvions arriver à des résultats précis qu'en opérant par comparaison, c'est-à-dire en déterminant avec exactitude les changements de composition que la présence d'une feuille déterminait dans l'atmosphère gazeuse où elle était placée; et pour apprécier ces changements sans cause d'erreur, nous avons résolu de remplir simultanément deux tubes, dont l'un renfermait une feuille, dont l'autre servait de *témoin*, avec le même mélange gazeux; puis, de soumettre ces

(1) On sait, d'après M. Aymonnet (*Comptes rendus*, 1876), que, dans une auge de verre d'un centimètre d'épaisseur, l'eau absorbe les 0,802 de la chaleur émise par la lampe de Bourbouze.

deux tubes aux mêmes conditions de température, pour que la petite quantité d'eau qui restait en contact avec l'atmosphère gazeuse ne pût pas dissoudre des quantités variables d'acide carbonique. Après quelques tâtonnements, nous nous sommes arrêtés à la disposition suivante :

On a coupé d'abord deux tubes de verre semblables à ceux qu'on emploie dans les analyses organiques, à une longueur de 25 centimètres environ ; on les a munis à l'extrémité inférieure d'un bouchon plein, et à l'extrémité supérieure d'un bouchon muni d'un tube qui porte un caoutchouc qu'on peut écraser à l'aide d'une pince. Ce caoutchouc se raccorde à un tube courbé en arc de cercle auquel est soudé un tube vertical ; celui-ci, maintenu à l'aide d'une pince et d'un support est terminé par un long caoutchouc.

On introduit une feuille étroite et longue, comme celles des Graminées, dans l'un des tubes à analyse, puis on dispose les deux tubes au-dessus d'une cuve à eau, et l'on aspire par le caoutchouc en ouvrant les deux pinces, de façon à remplir simultanément d'eau les deux tubes, celui qui renferme la feuille et le témoin : l'eau remplit tout l'appareil. On continue d'aspirer jusqu'à ce que le tube de caoutchouc soit plein lui-même ; on le serre alors fortement avec les doigts de façon à le conserver plein d'eau, et on l'abaisse au-dessous du niveau de la cuve pour qu'il fonctionne comme siphon. Lorsqu'on reconnaît qu'il ne reste pas une seule bulle d'air dans l'appareil, on laisse se fermer les deux pinces, puis on adapte l'extrémité du caoutchouc au robinet supérieur d'un gazomètre renfermant un mélange d'air et d'acide carbonique ; on tourne les robinets, on desserre les pinces, et le gaz remplit aussitôt les deux tubes. On abandonne les pinces qui écrasent les tubes de caoutchouc ; on ferme les tubes inférieurement avec le bouchon plein, sans les sortir de l'eau, on les sépare du tube en arc de cercle, et les deux tubes renfermant un mélange gazeux identique sont prêts à être exposés à l'action de la lumière.

La quantité d'eau qui reste au bas des deux tubes est très faible et ne peut avoir qu'une très petite influence sur la composition

du gaz; elle est au reste sensiblement la même dans les deux tubes. Ceux-ci sont immergés dans de grandes éprouvettes remplies d'eau et placées à égale distance de la source lumineuse: cette distance a varié de 6 à 8 centimètres. Les expériences ont duré de une heure à une heure et demie; elles ont eu lieu souvent pendant la nuit, de façon que la lumière solaire ne pût avoir aucune influence perturbatrice.

Quand on met fin à l'expérience, on transporte les tubes sous la cuve à eau; on enlève le bouchon inférieur, on engage le caoutchouc supérieur dans un tube gradué rempli d'eau, on desserre la pince. Le gaz monte dans le tube gradué; on le mesure, et on l'analyse à l'aide de la potasse, puis du mélange de l'alcali et de l'acide pyrogallique.

Protégées par la couche d'eau, les feuilles résistent très bien à l'action des sources, même les plus chaudes; elles ne présentent aucune altération, et il est arrivé souvent qu'on les ait employées à deux opérations successives.

§ 2.

Expériences à l'aide de la lumière de Drummond.

Expérience n° 1 (28 avril 1879). — Durée, une heure. Feuille de Tulipe. — Distance de la feuille à la lampe, 8 centimètres.

Analyse du gaz sans feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	19,45	Ac. carb.	1,45	Ac. carbonique.	6,01
Après potasse	18,00	Oxygène.	3,60	O	18,79
Après acide pyrogallique.	14,40			Azote	75,19

Analyse du gaz en contact avec la feuille.

Gaz analysé	19,40	Ac. carb.	0,9	Ac. carbonique.	4,64
Après potasse	18,50	Oxygène.	3,8	Oxygène	19,58
Après acide pyrogallique.	14,70			Azote	75,77

Changement de composition déterminé par la feuille.

Acide carbonique	— 1,37
Oxygène	+ 0,79
Azote	— 0,58

Expérience n° 2 (29 avril 1879). — Durée, une heure et demie. Feuille d'*Hemerocallis fulva*. — Distance de la feuille à la lampe, 6 centimètres.

Analyse du gaz sans feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	18,2	Ac. carb.	0,6	Ac. carbonique.	3,29
Après potasse	17,6	Oxygène.	3,4	Oxygène	19,78
Après acide pyrogallique.	14,0			Azote	76,92

Analyse du gaz en contact avec la feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	20,0	Ac. carb.	0,3	Ac. carbonique.	1,5
Après potasse	19,7	Oxygène.	4,5	Oxygène	22,5
Après acide pyrogallique.	15,2			Azote	76,0

Changement de composition produit par la feuille.

Acide carbonique	— 1,79
Oxygène	+ 2,72
Azote	— 0,92

Expérience n° 3 (30 avril 1879). — Durée, une heure 35 minutes. Feuille d'*Hemerocallis fulva*. — Distance, 6 centimètres.

Analyse du gaz sans feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	18,35	Ac. carb.	0,70	Ac. carbonique.	3,81
Après potasse	17,65	Oxygène.	3,55	Oxygène	19,34
Après acide pyrogallique.	14,10			Azote	76,83

Analyse du gaz en contact avec la feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	20,1	Ac. carb.	0,4	Ac. carbonique.	1,99
Après potasse	19,7	Oxygène.	4,3	Oxygène	21,39
Après acide pyrogallique.	15,4			Azote	76,61

Changement de composition produit par la feuille.

Acide carbonique	— 1,82
Oxygène	+ 2,05
Azote	— 0,22

Expérience n° 4 (1er mai 1879). — Durée, une heure et demie. Feuille d'*Hemerocallis fulva*. — Distance, 6 centimètres.

Analyse du gaz sans feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	18,3	Ac. carb.	0,6	Ac. carbonique.	3,28
Après potasse	17,7	Oxygène.	3,6	Oxygène	19,67
Après acide pyrogallique.	14,1			Azote	77,05

Analyse du gaz en contact avec la feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	19,4	Ac. carb.	0,3	Ac. carbonique.	1,55
Après potasse	19,1	Oxygène.	4,2	Oxygène	21,65
Après acide pyrogallique.	14,9			Azote	76,80

Changement de composition produit par la feuille.

Acide carbonique	— 1,73
Oxygène	+ 1,98
Azote	— 0,25

Expérience n° 5 (16 mai 1879). — Durée, une heure et demie. Feuille de Blé. — Distance, 6 centimètres.

Analyse du gaz sans feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	19,6	Ac. carb.	1,7	Ac. carbonique.	8,67
Après potasse	17,9	Oxygène.	3,8	Oxygène	18,37
Après acide pyrogallique.	14,1			Azote	72,96

Analyse du gaz en contact avec la feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	19,5	Ac. carb.	1,1	Ac. carbonique.	5,64
Après potasse	18,4	Oxygène.	4,2	Oxygène	21,54
Après acide pyrogallique.	14,2			Azote	72,82

Changement de composition produit par la feuille.

Acide carbonique	— 3,03
Oxygène	+ 3,17
Azote	— 0,14

Expérience n° 6 (19 mai 1879). — Feuille de Blé. — Distance, 6 centimètres.

Analyse du gaz sans feuille. — *En centièmes.*

Gaz analysé	18,85	Ac. carb.	1,40	Ac. carbonique.	7,43
Après potasse	17,45	Oxygène.	3,55	Oxygène	18,83
Après acide pyrogallique.	13,90			Azote	73,74

Analyse du gaz au contact de la feuille.				*En centièmes.*	
Gaz analysé............	19,9	Ac. carb.	1,0	Ac. carbonique.	5,0
Après potasse..........	18,9	Oxygène.	4,2	Oxygène......	21,1
Après acide pyrogallique.	14,7			Azote........	73,9

Changement de composition produit par la feuille.

Acide carbonique....................	— 2,42
Oxygène...........................	+ 2,27
Azote.............................	+ 0,16

Il est donc bien évident, d'après les chiffres précédents, que la lumière d'une lampe de Drummond est assez intense pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique : c'est ce qui apparaîtra encore plus nettement en réunissant les résultats des six expériences précédentes dans le tableau suivant :

Décomposition de l'acide carbonique par les feuilles sous l'influence de la lumière de Drummond.

	Acide carbonique disparu.	Oxygène apparu.
Expérience nº 1.........	1,37	0,79
— nº 2.........	1,79	2,72
— nº 3.........	1,82	2,05
— nº 4.........	1,73	1,98
— nº 5.........	3,03	3,17
— nº 6.........	2,10	2,27
	11,14	10,98

Nous reconnaissons de plus que le volume d'oxygène dégagé représente à peu près le volume d'acide carbonique disparu.

§ 3.

Expériences à l'aide de la lampe Bourbouze.

Le succès que nous avions obtenu à l'aide de la lumière de Drummond nous a encouragé à tenter les mêmes expériences avec une autre source lumineuse, la lampe Bourbouze. Il était vraisemblable à priori qu'on devait obtenir des effets moins avantageux, car la lampe Bourbouze ne présente pas un éclat

lumineux aussi grand que celui de la lampe de Drummond : en comparant en effet l'éclat de ces deux appareils par des méthodes très approximatives, nous avons trouvé que si la lampe de Drummond avait un éclat égal à celui de 71 bougies, la lampe Bourbouze équivalait seulement à 62 bougies.

Les expériences ont été disposées comme les précédentes, en immergeant les tubes dans des vases remplis d'eau ; il fallait renouveler celle-ci plus fréquemment que lorsqu'on a employé la lumière de Drummond. En effet, si la lampe Bourbouze est moins brillante que la lumière de Drummond, elle est beaucoup plus chaude.

Expérience n° 7. — Distance, 20 centimètres environ. Durée, une heure. — Feuille de Tulipe sauvage (*Tulipa silvestris*).

Analyse du gaz sans feuille.				*En centièmes.*	
Gaz analysé	19,1	Ac. carb.	1,2	Ac. carbonique.	6,28
Après potasse	17,9	Oxygène .	3,5	Oxygène	18,22
Après acide pyrogallique.	14,4			Azote	75,40

Analyse du gaz en contact avec la feuille.				*En centièmes.*	
Gaz analysé	18,5	Ac. carb.	0,9	Ac. carbonique.	4,86
Après potasse	17,6	Oxygène .	3,6	Oxygène	19,45
Après acide pyrogallique.	14,0			Azote	75,69

Changement de composition dû à la feuille.

Acide carbonique	— 1,42
Oxygène	+ 1,13
Azote	+ 0,29

Expérience n° 8. — Suite de l'expérience précédente. — Durée, deux heures. Même feuille. On change l'eau du manchon une heure après le commencement de l'expérience.

Analyse du gaz sans feuille.				*En centièmes.*	
Gaz analysé	21,3	Ac. carb.	1,3	Ac. carbonique.	6,10
Après potasse	20,0	Oxygène .	4,0	Oxygène	18,78
Après acide pyrogallique.	16,0			Azote	75,12

Analyse du gaz au contact de la feuille.				*En centièmes.*	
Gaz analysé	19,5	Ac. carb.	1,0	Ac. carbonique.	5,13
Après potasse	18,5	Oxygène ,	3,7	Oyygène	19,00
Après acide pyrogallique.	14,8			Azote	75,87

Changement de composition dû à la feuille.

Acide carbonique..................	— 0,97
Oxygène........................	+ 0,22
Azote..........................	+ 0,75

Pour ne pas allonger indéfiniment ce travail, nous résumerons dans le tableau suivant les résultats obtenus à l'aide de la lumière Bourbouze :

	Acide carbonique disparu.	Oxygène apparu.
Expérience nº 7.........	1,42	1,13
— nº 8.........	0,97	0,22
— nº 9.........	0,45	0,09
— nº 10.........	0,50	0,62
— nº 11.........	0,48	0,09
— nº 12.........	0,38	0,39
	4,20	2,54

Ainsi, dans toutes ces expériences, il y a eu action de la feuille, mais cette action est faible; il est bien à remarquer cependant que, si l'on n'avait pas soumis les feuilles à l'influence de la lumière, on aurait obtenu un résultat probablement inverse de celui que nous avons constaté. En effet, nous avons abandonné une feuille à la lumière diffuse du laboratoire pendant quatre heures, puis nous avons procédé à l'analyse des gaz comme précédemment.

Analyse du gaz sans feuille. *En centièmes.*

Gaz analysé............	22,3	Ac. carb.	1,5	Ac. carbonique.	6,72
Après potasse..........	20,8	Oxygène.	4,0	Oxygène......	17,94
Après acide pyrogallique.	16,8			Azote........	75,34

Analyse du gaz au contact de la feuille. *En centièmes.*

Gaz analysé............	18,9	Ac. carb.	1,6	Ac. carbonique.	8,46
Après potasse..........	17,3	Oxygène.	3,1	Oxygène......	15,86
Après acide pyrogallique.	14,2			Azote........	75,68

Changement de composition dû à la feuille.

Acide carbonique..................	+ 1,74
Oxygène........................	— 2,08
Azote..........................	+ 0,34

Dans une autre série d'essais, nous avons exposé en même temps à la même source de lumière deux tubes renfermant chacun une feuille ; mais on avait préservé l'une d'elles de l'action des rayons lumineux en entourant le tube qui la contenait d'une gaîne de clinquant. Les résultats trouvés ainsi ont été, comme on va le voir, absolument conformes aux précédents.

Lampe Bourbouze. — Feuilles d'Avoine.

Expérience n° 1.

Composition centésimale du gaz employé		CO^2...	10,4
		O	15,6
		Az....	74,0
Composition du gaz dans lequel a séjourné la feuille	éclairée	CO^2...	9,1
		O ...	16,3
		Az ...	74,6
	non éclairée	CO^2...	10,6
		O ...	15,0
		Az ...	74,4

Expérience n° 2.

Composition centésimale du gaz employé		CO^2...	10,7
		O ...	15,2
		Az ...	74,1
Composition du gaz dans lequel a séjourné la feuille	éclairée	CO^2...	9,7
		O ...	16,1
		Az ...	74,2
	non éclairée	CO^2...	10,8
		O ...	15,0
		Az ...	74,2

Différence de composition que présente avec le gaz primitif le gaz au contact de la feuille.

	Expérience n° 1.		Expérience n° 2.	
	Feuille éclairée.	Feuille non éclairée.	Feuille éclairée.	Feuille non éclairée.
CO^2..	— 1,3	+ 0,2	— 1,0	+ 0,1
O ..	+ 0,7	— 0,6	+ 0,9	— 0,2
Az ..	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,1

Ainsi une feuille abandonnée à l'obscurité, ou simplement à la lumière diffuse, une feuille, en un mot, qui n'est pas frappée par les rayons directs d'une source lumineuse, consomme de

l'oxygène et émet de l'acide carbonique ; comme nous avons obtenu sous l'influence de la lampe Bourbouze un excès d'oxygène et une diminution d'acide carbonique, nous sommes forcés de reconnaître que ses rayons possèdent une certaine efficacité pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique. En comparant toutefois les résultats obtenus à l'aide de la lumière de Drummond à ceux qu'a fournis la lampe Bourbouze, on trouve des différences telles qu'on ne saurait les attribuer à l'inégal éclat des deux flammes, et qu'il faut qu'une autre cause intervienne.

Or, depuis les recherches classiques de Th. de Saussure, de nombreuses expériences dues à MM. Gareau, Corenwinder, Sachs, Mayer, Bœhm, enfin à l'un de nous travaillant en collaboration avec M. Moissan, ont montré que le phénomène de respiration dont les végétaux sont le siège est particulièrement excité par la chaleur obscure ; la quantité d'acide carbonique émise par les feuilles est d'autant plus grande, que ces feuilles sont exposées à une température plus élevée. On conçoit donc qu'une source puisse produire sur les feuilles des résultats très différents, suivant l'abondance relative des radiations lumineuses et des radiations calorifiques, puisque, si les unes favorisent la décomposition de l'acide carbonique et l'émission d'oxygène, les autres, au contraire, en élevant la température de la feuille, déterminent l'absorption de l'oxygène et l'émission d'acide carbonique.

Il devenait donc probable que, si nous avions réussi à montrer la décomposition de l'acide carbonique à l'aide de la lumière de Drummond, c'était parce que nous avions absorbé, à l'aide de notre manchon rempli d'eau, une partie de la chaleur obscure émanée de la source, et que nous avions ainsi pu faire dominer l'influence des radiations lumineuses. Le même procédé, appliqué à la lampe Bourbouze, ne s'est plus montré aussi efficace, probablement parce que nous n'avons pu soustraire assez complètement notre feuille à l'action de ces radiations calorifiques, beaucoup plus intenses que celles que fournit la lampe Drummond.

Avant d'admettre cette interprétation des résultats précédents, il fallait toutefois les soumettre à une sérieuse vérification : les études de M. Aymonnet sur les pouvoirs diathermanes de divers liquides nous rendaient ce travail facile. La benzine laisse passer bien plus de rayons calorifiques que l'eau. Dans une auge de verre d'un centimètre d'épaisseur, la benzine absorbe seulement 0,486 du rayonnement de la lampe Bourbouze, l'eau absorbant 0,802. Il était donc probable qu'en disposant nos appareils comme précédemment, mais en remplissant les manchons de benzine, on obtiendrait avec la lampe Bourbouze des résultats encore plus désavantageux que ceux qu'avaient fournis les expériences où l'eau retenait une importante fraction de la chaleur obscure émise par la source.

§ 4.

Décomposition de l'acide carbonique par les feuilles, dans des manchons remplis d'eau ou de benzine. — Expériences avec la lampe Bourbouze et la lumière Drummond.

Le remplissage des tubes avec les gaz a encore été fait simultanément. L'appareil s'est un peu compliqué, mais il est encore cependant d'une construction assez simple. Un tube vertical auquel est fixé un long caoutchouc fixé dans un support est soudé à un tube en arc de cercle ; chacune des deux branches de celui-ci est reliée par un caoutchouc à un tube vertical soudé lui-même à un tube en arc de cercle : on a ainsi quatre ouvertures qui, munies de caoutchoucs et de pinces, peuvent recevoir quatre tubes. Par aspiration on remplit d'eau tout l'appareil après que les feuilles ont été introduites ; puis, en mettant le caoutchouc adapté au tube vertical qui termine tout l'appareil en relation avec un gazomètre, on peut, en desserrant les pinces qui écrasent les caoutchoucs, faire pénétrer simultanément le gaz dans chacun des quatre tubes.

Deux d'entre eux ne renferment pas de feuilles, les deux autres contiennent des feuilles identiques ; mais l'un est plongé

dans une éprouvette remplie d'eau, et l'autre dans un manchon rempli de benzine. Toutefois cette matière étant très inflammable et devant se trouver très près d'une flamme très vive, il fallait la soustraire à l'action de l'air, et de plus la refroidir constamment, de façon à empêcher son échauffement et une émission de vapeurs inflammables qui n'auraient pas laissé que d'être dangereuses. On a réussi à opérer sans risque en montant avec beaucoup de soin un appareil à circulation continue, dans lequel la benzine arrivait par la partie inférieure du manchon, puis s'écoulait par la partie supérieure, et passait dans un serpentin rempli d'eau froide, pour revenir à un tube qui la ramenait à la partie inférieure du manchon.

Nous donnerons seulement ici le résumé des expériences qui ont été exécutées, soit avec la lampe de Drummond, soit avec la lampe Bourbouze.

Décomposition de l'acide carbonique par les feuilles placées dans les manchons remplis d'eau ou de benzine.

Lumière Drummond.

	Manchon rempli d'eau.		Manchon rempli de benzine.	
	Ac. carbonique disparu.	Oxygène apparu.	Ac. carbonique. disparu.	Oxygène. apparu.
Expérience n° 13.....	2,40	2,27	0,79	0,72
— n° 14.....	2,75	2,63	1,07	1,09
— n° 15.....	2,20	1,92	1,90	1,92
— n° 16.....	1,12	0,96	0,71	1,06
	8,47	7,78	4,47	4,79

Lampe Bourbouze.

Expérience n° 17...	— 1,05	+ 0,42	+ 1,08	— 1,66
— n° 18(1).	— 0,21	+ 0,02	+ 0,51	— 0,42
— n° 19...	— 1,83	+ 1,39	— 1,16	+ 0,90
— n° 20...	— 0,84	+ 0,98	— 0,39	+ 0,17
— n° 21...	— 0,88	+ 1,33	+ 1,08	— 1,04
— n° 22...	— 0,62	+ 0,76	+ 0,62	— 0,13
Total :	— 5,43	+ 4,90	+ 1,74	— 2,18

(1) M. Aymonnet a montré (*Comptes rendus*, 1876) qu'une solution de chlorure de strontium à 22 p. 100 absorbe, sous la même épaisseur d'un centimètre, un peu plus de chaleur obscure que l'eau pure. Dans l'expérience 19, nous avons remplacé l'eau par une dissolution de chlorure de strontiun : le résultat a été un

La vérification est donc complète. Quand on a employé la lumière de Drummond, on a encore obtenu, en entourant les feuilles de benzine, une faible décomposition d'acide carbonique et une légère émission d'oxygène ; mais les chiffres observés sont plus faibles de moitié que ceux qu'on a obtenus avec l'eau. Toutefois, si nets que soient ces résultats, ils sont encore moins probants que ceux que fournissent les expériences exécutées avec la lampe Bourbouze. En effet, quand on a plongé les tubes dans de l'eau, on a obtenu une faible décomposition d'acide carbonique ; mais, au contraire, quand ils ont été entourés de benzine, le phénomène de respiration a dominé, et quatre fois sur six on a trouvé plus d'acide carbonique et moins d'oxygène qu'il n'y en avait dans l'atmosphère mise en expérience : les radiations calorifiques ont donc prédominé sur les radiations lumineuses.

§ 5.

Décomposition de l'acide carbonique par des feuilles dans des manchons enveloppés d'eau, de benzine ou de chloroforme. — Expériences avec la lampe Bourbouze et la lumière Drummond.

La benzine n'est pas le seul liquide diathermane que nous ayons employé ; le chloroforme présente encore un pouvoir absorbant plus faible que celui de la benzine (0,25 au lieu de 0,486), et il nous permettait d'obtenir une nouvelle vérification des résultats précédents. On a donc fait une troisième série d'expériences. Les quatre tubes ont été remplis simultanément : trois d'entre eux renfermaient des feuilles aussi identiques que possible. On a fait usage surtout de feuilles de Blé ou d'Avoine. Puis on exposait ensemble au rayonnement les

peu meilleur. Mais il faut sans doute l'attribuer plutôt aux feuilles qu'au chlorure lui-même ; car il s'est trouvé que notre dissolution renfermait 34 p. 100 de sel hydraté, et, dans ces conditions, M. Aymonnet, qui a bien voulu se charger de faire pour nous cette détermination, a trouvé que son pouvoir absorbant était devenu égal à celui de l'eau.

tubes placés dans des manchons renfermant de l'eau, de la benzine ou du chloroforme. Enfin le quatrième tube, plongé dans l'eau, ne recevait pas de feuilles et devait servir de témoin.

Expérience n° 23. — La méthode d'observation étant connue, l'ensemble des calculs ayant été donné dans de nombreux exemples, nous présenterons seulement dans ces dernières expériences les changements de composition du gaz produits par la feuille. — Lampe Bourbouze.

		Manchon rempli:		
		Eau.	Benzine.	Chloroforme.
Acide carbonique.	paru — / apparu +	— 0,62	+ 0,62	+ 1,84
Oxygène........	apparu + / disparu —	+ 0,76	— 0,13	— 1,47
Azote...........	apparu + / disparu —	— 0,14	— 0,49	— 0,37

Expérience n° 24. — Changement de composition dû aux feuilles de Blé. — Lampe Bourbouze.

		Manchon rempli.		
		Eau.	Benzine.	Chloroforme.
Acide carbonique.	disparu — / apparu +	— 1,49	— 0,08	— 0,15
Oxygène........	disparu — / apparu +	+ 0,74	— 0,24	— 1,71
Azote...........	disparu — / apparu +	+ 0,75	+ 0,32	+ 1,86

Expérience n° 25. — Changement de composition dû aux feuilles du Sorgho d'Alep. — Lampe Drummond.

	Eau.	Chloroforme.
Acide carbonique................	— 0,97	+ 0,83
Oxygène..........................	+ 0,25	— 0,91
Azote............................	+ 0,72	+ 0,08

Expérience n° 26. — Sorgho d'Alep. — Lampe Drummond.

	Eau.	Chloroforme.
Acide carbonique................	— 1,08	— 0,58
Oxygène..........................	+ 0,88	— 0,01
Azote............................	+ 0,20	+ 0,59

Expérience n° 27. — Hemerocallis fulva. — Lampe Drummond.

	Eau.	Chloroforme.
Acide carbonique................	— 4,17	— 0,76
Oxygène	+ 4,58	+ 0,64
Azote...........................	— 0,41	+ 0,12

Expérience n° 28. — Hemerocallis fulva. — Lampe Drummond.

	Eau.	Chloroforme.
Acide carbonique................	— 3,44	— 0,84
Oxygène.........................	+ 4,10	+ 0,46
Azote...........................	— 0,66	+ 0,38

Ces dernières expériences, exécutées avec la lumière de Drummond, nous paraissent avoir un grand intérêt. Quand nous avons fait agir cette lumière au travers d'une couche de benzine, nous avons encore observé nettement la décomposition de l'acide carbonique; les résultats constatés ont été à peu près la moitié de ceux qu'a fournis la même lumière agissant au travers d'une couche d'eau. Quand nous ne protégeons plus les feuilles contre la chaleur obscure que par une couche de chloroforme, nous avons encore une décomposition d'acide carbonique et une apparition d'oxygène; mais les différences observées entre les feuilles placées dans les manchons remplis d'eau ou de chloroforme deviennent infiniment plus sensibles. En effet, si nous résumons les cinq dernières expériences, nous trouvons :

Lumière Drummond agissant au travers d'un manchon rempli.

	Eau.	Chloroforme.
Acide carbonique disparu..........	9,66	1,35
Oxygène apparu..................	9,79	0,20

Nous n'avons pas cru nécessaire de multiplier davantage ces expériences; celles que nous venons de citer nous paraissent établir nettement l'influence qu'exerce la chaleur obscure sur les feuilles, influence suffisante pour masquer parfois la décomposition de l'acide carbonique par les cellules à chlorophylle.

§ 6.

Expériences exécutées au soleil.

Il arrive quelquefois, quand on expose des feuilles au soleil, dans une atmosphère chargée d'acide carbonique, qu'on n'obtient pas de décomposition. Comme pendant ces opérations la température des manchons qui renferment les feuilles s'élève beaucoup, nous avions pensé que peut-être ces échecs étaient dus à l'influence de la chaleur obscure masquant les effets dus à la chaleur lumineuse. Nous avons tenté pendant le dernier été un certain nombre d'expériences pour reconnaître s'il était avantageux d'absorber une fraction plus ou moins forte de la chaleur solaire en plaçant les tubes contenant les feuilles dans des manchons renfermant des liquides diversement diathermanes ; mais les résultats obtenus ne nous ont pas conduits à des conclusions précises : le ciel voilé de l'année 1879 se prêtait mal, au reste, à ces sortes d'essais, que nous comptons reprendre pendant une saison plus propice.

CONCLUSIONS.

Des expériences précédentes nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Les feuilles placées dans des tubes immergés dans de l'eau et maintenus à une faible distance de la source lumineuse décomposent l'acide carbonique, quand elles sont exposées à l'action de la lumière Drummond.

2° Elles le décomposent encore, mais plus faiblement, quand elles sont éclairées par la lampe Bourbouze.

3° Quand les feuilles sont protégées par une couche d'eau, la décomposition a toujours lieu. Quand elles sont enveloppées de benzine, beaucoup plus diathermane que l'eau, la décomposition est encore sensible sous l'influence de la lampe Drummond ; elle ne l'est plus sous l'influence de la lampe Bourbouze, et l'on observe en général le phénomène inverse d'absorption d'oxygène et d'émission d'acide carbonique.

4° Quand on remplace la benzine par le chloroforme, plus diathermane, la lampe Drummond donne encore une très faible décomposition beaucoup moindre que lorsque les manchons renferment de la benzine; avec la lampe Bourbouze, le phénomène de respiration l'emporte sur celui d'assimilation, l'atmosphère s'appauvrit en oxygène et s'enrichit en acide carbonique.

5° Nos expériences donnent donc un nouvel exemple de l'action très différente qu'exercent sur les végétaux les radiations lumineuses et les radiations obscures : quand les premières dominent, les cellules à chlorophylle décomposent l'acide carbonique (soleil, lumière de Drummond ou lampe Bourbouze, agissant au travers d'une couche d'eau); quand les radiations obscures prennent le dessus, la plante consomme de l'oxygène et émet de l'acide carbonique (lampe Bourbouze, agissant au travers d'une couche de benzine ou de chloroforme) (1).

(1) On sait cependant que pour obtenir le maximum de décomposition d'acide carbonique par les feuilles, il faut que celles-ci soient portées à une certaine température, variable avec les espèces.

ESSAI

SUR LES SPHÉRIACÉES

DU DÉPARTEMENT DE VAUCLUSE

Par J. H. FABRE,

Docteur ès sciences.

Le lecteur trouvera dans cet opuscule un aperçu des Sphériacées de ma contrée, le département de Vaucluse, dont la végétation est celle de la région de l'Olivier. J'ai eu pour collaborateurs, dans la recherche minutieuse de ces Cryptogames, mes deux fils Jules et Émile, dont le coup d'œil perspicace m'a été d'un très grand secours. Hélas! le premier ne verra pas le travail auquel il avait tant contribué! Les matériaux avaient été d'abord récoltés en vue de la partie cryptogamique pour une Flore de Vaucluse que se proposait l'illustre philosophe anglais J. Stuart Mill, devenu Vauclusien par un long séjour dans la ville de son deuil. Avec cette noble intelligence s'est évanoui le projet formé ; et quelques fragments mycologiques seront peut-être tout ce qui restera de mes propres investigations.

Je publie aujourd'hui la famille des Sphériacées, qui jusqu'ici, dans ma région, n'a été l'objet d'aucune étude spéciale. Je suis fort loin d'avoir épuisé la moisson, et mon dessein est d'y revenir si ce modeste travail est jugé de quelque utilité.

Je dois les plus vifs remerciements à mon ami Th. Delacour, sans les encouragements duquel je n'aurais jamais coordonné mes notes, dont chaque ligne me rappelle des souvenirs si doux et si douloureux à la fois ; j'en dois également à M. E. Gaudefroy. L'un et l'autre, membres de la Société botanique de France, ont mis à ma disposition leur bibliothèque mycologique avec une générosité pour laquelle je ne saurais avoir trop de gratitude ; et ils m'ont ainsi permis d'être renseigné sur les

travaux analogues, malgré mon isolement au fond de mon pauvre village.

La classification que j'ai suivie est celle de l'infatigable mycologue italien P. A. Saccardo (*Conspectus generum Pyrenomycetum*) (1). A leur rang naturel sont disposées les coupes génériques que j'ai cru devoir proposer, et sont passés sous silence les genres qui ne m'ont pas encore offert de représentants dans ma région, ou qui sont réservés pour une étude ultérieure.

Les dimensions des sporanges et des sporidies sont données en micromillimètres, c'est-à-dire en millièmes de millimètre. Quant à celles des périthèces, elles sont rapportées au millimètre.

Le grossissement des figures est constamment de 1000 en diamètre, sauf trois exceptions (*Julella Buxi*, *Stuartella formosa*, *Navicella Julii*), pour lesquelles l'amplification est de

(1) Les ouvrages que j'ai pu consulter sont les suivants :

Fries, *Systema mycologicum.*
Persoon, *Synopsis methodica Fungorum.*
De Candolle, *Flore française.*
Duby, *Botanicon gallicum.*
Chevaller, *Flore générale des environs de Paris.*
Castagne, *Catalogue des plantes de Marseille*, et son supplément.
Albertini et Schweinitz, *Conspectus Fungorum.*
Karsten, *Mycologia fennica.*
Montagne, *Sylloge Cryptogamarum.*
Cooke, *Handbook of British Fungi*
Fuckel, *Symbolæ mycologicæ*, et ses trois suppléments.
Nitschke, *Pyrenomycetes germanici.*
Niessl, *Notizen über neue and kritische Pyrenomyceten.*
— *Beiträge zur Kenntniss der Pilze.*
Cesati et De Notaris, *Schema di classificazione degli Sferiacei italic ascigeri.*
De Notaris, *Sferiacei italici.*
Saccardo, *Mycologiæ venetæ Specimen.*
— *Conspectus generum Pyrenomycetum italicorum*
— *Fungi veneti novi vel critici.*
— *Michelia, commentarium Mycologiæ italicæ.*
— *Fungi italici autographice delineati.*

Enfin j'ai eu à ma disposition les *Exsiccat* Mougeot, de Desmazières et de Plowright (*Sphæriacei britannici*).

600 fois seulement. Ainsi, à moins que le texte n'avertisse du contraire, le grossissement a pour facteur 1000. Avec cette uniformité d'échelle, la comparaison est beaucoup plus facile.

Sérignan, 20 octobre 1879.

Sect. I. — ALLANTOSPORÆ Sacc.

Sporidia continua, cylindrica, curvata, utrinquè obtusiuscula, hyalina.

A. — Cespitosæ.

Fracchiaea Sacc.

B. — Compositæ.

Calosphæria Tul.
Valsa Fries.
Eutypa Tul.
Cryptovalsa Ces. et De Not.
Diatrype Fries.
Diatrypella Ces. et De Not.

FRACCHIAEA Sacc.

Fracchiaea heterogenea Sacc. *Myc. ven. Spec.* p. 115, tab. XII, fig. 3-7, et *Fung. ital.*, fig. 465.

Ad ramos *Paliuri aculeati*, diù sub Jove humifusos.—Autumno. — Orange.

CALOSPHÆRIA Tul.

Calosphæria princeps Tul. *Sel. Fung. Carp.* II, p. 109, tab. XIII, fig. 17-22.
Sphæria pulchella Pers. *Syn. Fung.* p. 43.

Sub cortice stipitis *Cerasorum* emortuarum, per annum.

VALSA Fries.

1. *Valsa ceratophora* Tul. *Sel. Fung. Carp.* II, p. 191, tab. XXII, fig. 1-11.

Frequentissima, ad ramos exsiccatos *Quercûs Ilicis*, *Q. cocciferæ* et *Q. pubescentis*. — Rariùs ad ramos *Castaneæ* (Piolenc).

2. *Valsa Vitis* Schw. Nitschke, *Pyr. germ.* p. 190.

Ad ramos exaridos *Vitis*. — Hyeme.

3. *Valsa microstoma* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 40.

In *Pruno spinosâ*, præsertim basi stipitis. — Hyeme.

4. *Valsa sordida* Nke, *Pyr. germ.* p. 203.

Ad ramos emortuos *Populi nigræ*. — Autumno.

5. *Valsa Cypri* Tul. *Sel. Fung. Carp.* II, p. 164, tab. XXV, fig. 10-20.

Ad ramos exaridos *Ligustri vulgaris*. — Januario et junio.

6. *Valsa salicina* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 47.

In ramis emortuis *Salicis albæ*. — Autumno.

7. *Valsa ambiens* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.*, p. 44.

In ramis emortuis *Oxyacanthæ*, *Piri*, *Ulmi*. — Hyeme.

8. *Valsa fallax* Fckl, *Symb. Myc.* p. 200.

In ramis exsiccatis *Corni sanguineæ*. — Hyeme.

9. *Valsa rhamnicola* H. Fab.

Perithecia in singulo acervulo 8-20, corticis parenchymati immutato infossa, globosa, minuta; ostiola in discum atrum conoideum pustulatim peridermium inflantem atque transversim erumpentem collecta, totam superficiem disci papillis atris, nitidis et minutissimis exasperantia.

Asci clavati, sessiles, 8-spori. Long. 25-27, lat. 4-5.

Sporidia subdisticha, hyalina, cylindracea, curvula, continua. Long. 6-7, lat. 2.

Ad ramos mortuos et corticatos *Rhamni infectorii*. — Julio.

10. *Valsa Terebinthi* H. Fab.

Perithecia minima, 5-15 in singulo acervulo, corticis parenchymati immutato infossa, globosa, atra; ostiolis brevibus, apice nitidis, in discum punctiforme confertè erumpentibus.

Asci clavati, sessiles, 8-spori. Long. 20-34, lat. 5-6.

Sporidia disticha, hyalina, continua, cylindracea, curvula, utroque polo 1-guttulata. Long. 9, lat. 2.

In ramis exaridis *Pistaciæ Terebinthi*. — Hyeme.

Sur les mêmes rameaux s'observe un *Cytispora* à cirres d'un vert jaunâtre pâle.

11. *Valsa Macluræ* H. Fab.

Perithecia 10 vel minùs in quoque acervulo, cortice immutato infossa, globosa, atra; ostiolis brevibus, obtusis, atris, confertim erumpentibus.

Asci clavati, breviter stipitati, 4-spori. Long. 45-50, lat. 9-10.

Sporidia hyalina, continua, cylindracea, curvata, utrinquè obtusa. Long. 18-20, lat. 5-6.

In ramis resectis *Macluræ aurantiacæ*. Autumno. — In iisdem ramis, Fungus spermogonius. Spermogonia minima, mono vel paucicellularia, poro in medio disci albicantis perforata; spermatii cylindracei, recti vel curvati, continui, hyalini. Long. 5-6, lat. 1 1/2.

Orange, où le *Maclura aurantiaca* est employé çà et là comme haies de clôture, notamment au viaduc sur l'Aygues.

12. *Valsa Persoonii* Nke, *Pyr. germ.* p. 222.

Ad ramos exsiccatos *Pruni spinosæ*, *Oxyacanthæ*, *Persicæ*, *Pruni sativæ*.

13. *Valsa nivea* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 38.

In *Populis* et *Alnis* emortuis.

EUTYPA Tul.

1. *Eutypa spinosa* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 34, tab. II, fig. 9-12.

Ad *Fagos* putrescentes. — Mont Ventoux.

2. *Eutypa Julii* H. Fab.

Stroma corticale, subepidermicum, tandem liberatum, ramos latè ambiens, atrum. Perithecia in matrice nigricante nidulantia, densè stipata, 1/3mm lata, globosa, atra, subtiliter rugulosa, in rostrum cylindricum, strictum, sinuosum, deflexum, sexies perithecii altitudinem æquans abruptè attenuata; rostris fasciculatim erumpentibus.

Asci fusiformes, 8-spori. Long. 45-50, lat. 5.

Sporidia disticha, cylindracea, utrinquè obtusa, recta vel curvula, continua, hyalina. Long. 8-10, lat. 2.

Ad basim putrescentem *Punicæ Granati* nobis semel autumno obvia. Carissimo filio dicata.

Les rostres sortent de l'écorce par groupes nombreux et sont courbés tous dans le même sens.

3. *Eutypa aspera* Nke, *Pyr. germ.* p. 132.

Ad ramos exaridos et decorticatos *Loniceræ etruscæ.*

4. *Eutypa referciens* Nke, *Pyr. germ.* p. 137.

Ad stipites semi-putrescentes *Genistæ Scorpii.* — Hyeme.

5. *Eutypa lata* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 29.

Espèce triviale, très indifférente pour la nature du support. Nous l'avons observée sur : Lierre, Aubépine, Saules caverneux, Chêne, Sapin, Paliure, Cognassier, Peuplier, Figuier, Térébinthe, Lilas, *Cornus sanguinea, Bupleurum fruticosum, Cercis Siliquastrum, Quercus Ilex, Quercus coccifera.*

CRYPTOVALSA Ces. et De Not.

Cryptovalsa protracta Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 34.

Observée d'abord sur l'*Acer campestre* par Persoon, cette Sphériacée est devenue pour Cesati et De Notaris, qui l'ont retrouvée à la fois

sur la Vigne et sur l'Érable champêtre, le type du genre *Cryptovalsa* (Ces. et DeNot. *Schema Sfer.* p. 29; et *Sfer. ital.* p. 40, tab. XLVI, fig. 1-4). Quelques démembrements ont eu lieu depuis, plutôt basés, à notre avis, sur la nature du support que sur la structure réelle de la Sphériacée. Ainsi ont pris place dans la classification, notamment le *Cryptovalsa ampelina* Nke et le *Cryptovalsa Nitschkii* Fckl. A tenir compte de la nature du support il nous serait facile d'enrichir ce catalogue; mais ce serait un encombrement plutôt qu'une réelle richesse, car les exemples surabondent pour démontrer que beaucoup de Sphériacées croissent sur des végétaux très divers. L'examen comparatif n'ayant pu nous montrer des différences essentielles d'organisation, nous considérons comme simples variétés du type de Persoon les formes suivantes.

α. *ampelina* Fckl, *Symb. Myc.* p. 212; Nke, *Pyr. germ.* p. 156.

Ad sarmenta exsiccata *Vitis.* — Januario.

β. *Nitschkii* Fckl, *Symb. myc.* p. 212. — *Valsa Mori* Nke, *Pyr. germ.* p. 157.

In ramis exaridis *Corni sanguineæ.*

γ. *Scorpii* H. Fab.

Stroma corticale, pulvinos inæquales, multiformes, determinatos, epidermide rimosâ tectos, efformans. Perithecia in stromate irregulariter nidulantia, globosa; ostiolis crassis, exasperatis, atris, prominulis.

Asci cylindraceo-clavati, longè stipitati, polyspori. Long. 50-60, lat. 10 (pars sporifera).

Sporidia hyalina, cylindracea, continua, curvula. Long. 8, lat. 2.

Ad ramos exaridos *Genistæ Scorpii.*

δ. *Ilicis* H. Fab.

Stroma corticale, ramulos ambiens. Perithecia in stromate irregulariter nidulantia, globosa, atra. Diam. 1/3-1/2 mm. Ostiola per epidermidem fissam prominula, obtuso-conica, brevia, rugosa, atra.

Asci clavati, longissimè stipitati, polyspori. Long. 60, lat. 7 (pars sporifera).

Sporidia cylindracea, hyalina, continua, curva. Long. 8-9, lat. 2.

Ad ramos mortuos *Quercûs Ilicis.*

ε. *Cratægi* H. Fab.

Stroma corticale, nunc latè effusum et ramos ambiens, nunc pulvinos irregulares efformans. Perithecia in stromate inordinatim nidulantia, globosa, atra, 1/2^{mm} lata; ostiolis prominulis, globoso-conicis, rugosis, atris.

Asci clavati, longissimè stipitati, polyspori. Long. 135. Pars sporifera : long. 50, lat. 7.

Sporidia ut suprà. Long. 8-9, lat. 2.

Ad ramos exsiccatos *Cratægi Oxyacanthæ.*

ζ. *Amygdali* H. Fab.

Stroma ut suprà. Perithecia 1/3^{mm} lata; ostiolis minutis, vix prominulis.

Asci clavati, longissimè stipitati. Long. 150. Pars sporifera : long. 70, lat. 8.

Sporidia. Long. 8, lat. 2.

Ad ramos exaridos *Amygdali communis.*

η. *linearis* H. Fab.

Stroma ligno denudato insidens, pulvinos lineares, fibris ligneis cinctos partimque tectos efformans.

Asci clavati, longissimè stipitati. Long. 100. Pars sporifera : long. 50, lat. 7-8. Sporidia : long. 9, lat. 2.

Forme de petits bourrelets linéaires, saillants, disposés suivant la longueur des fibres, sur le bois mort et décortiqué à la base du tronc du *Quercus pubescens.*

θ. *Coryli* H. Fab.

Stroma corticale, modò latè effusum, ramos plus minùsve ambiens, modò pulvinos longitudinaliter ordinatos efficiens. Perithecia 1/3-1/2^{mm} lata; ostiolis brevibus, crassis, asperis.

Asci clavati, longissimè stipitati. Long. 110. Pars sporifera : long. 75, lat. 10-12. Sporidia : long. 8-10, lat. 2.

Ad ramos emortuos *Coryli Avellanæ.*

ι. *Paliuri* H. Fab.

Stroma corticale, latè effusum. Perithecia in seriebus longitudinalibus plerumquè disposita.

Asci clavati, longissimè stipitati. Long. 200. Pars sporifera : long. 90, lat. 8. Sporidia : long. 6-8, lat. 2.

Ad basim terrâ infossam ramorum *Paliuri aculeati*.

Les rameaux coupés de Paliure implantés en terre pour servir de haie sont tous, tôt ou tard, occupés à la base par cette Sphériacée.

DIATRYPE Fries.

1. *Diatrype stigma* Hoffm. (*Sphæria*), Pers. *Syn. Fung.* p. 21.

Vulgaris in ligno emortuo, corticato vel decorticato, variorum fruticum et arborum, sicut : *Cratægus Oxyacantha*, *Populus*, *Alnus*, *Corylus*, *Pistacia Terebinthus*.

2. *Diatrype disciformis* Hoffm. (*Sphæria*), Pers. *Syn. Fung.* p. 24.

In ramis deciduis *Fagi*. — Mont Ventoux.

3. *Diatrype bullata* Hoffm. (*Sphæria*), Pers. *Syn. Fung.* p. 27.

Ad palos *Salicis albæ*.

DIATRYPELLA Ces. et De Not.

Diatrypella quercina Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 24.

Ad ramos emortuos *Quercûs pubescentis*.

Sect. II. — HYALOSPORÆ Sacc.

Sporidia ovoidea v. oblonga, hyalina, continua, v. tandem tenuiter 1-3-septata. Paraphyses nullæ.

A. — SIMPLICES.

Urospora H. Fab. Sporidia in caudam posticè longè attenuata.

B. — COMPOSITÆ.

Diaporthe Nke.

UROSPORA H. Fab.

Perithecia simplicia, tecta. Sporidia continua, hyalina, in caudam longè attenuata.

Urospora cocciferæ H. Fab.

Perithecia sparsa, punctiformia, minima, globosa, atra, in cortice nidulantia et epidermidem pustulatim inflantia; ostiolo erumpente, papillato.

Asci cylindraceo-clavati, brevè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 50-55, lat. 7-8.

Sporidia disticha, hyalina, pluriguttata, lanceolata, anticè acuminata, posticè in setam vel caudam hyalinam multò longiorem producta.

Long. 10-15 absque setâ; lat. 3-4.

Ad ramulos emortuos *Quercûs cocciferæ*. — Hyeme, semel invenimus. Environs d'Orange.

Fig. 1. Sporidies.

DIAPORTHE Nke.

1. *Diaporthe Cratægi* Fckl, *Symb. myc.* p. 204.

Ad ramos exsiccatos *Oxyacanthæ*. — Januario.

2. *Diaporthe Dorycnii* H. Fab. (*Tetrastagon*).

Perithecia nunc solitaria, nunc acervulos punctiformes vel lineares efformantia, globosa, flaccida, atra, in corticis parenchymate nigrificato nidulantia; ostiolis brevibus, crassis, epidermide ruptâ cinctis.

Asci lanceolati, brevissimè stipitati, 8-spori. Long. 60-70, lat. 14-16.

Sporidia subdisticha, oblonga, hyalina, medio constrictula, subtiliter 1-septata, loculis binis 1-magniguttatis. Long. 15-27, lat. 4-6.

Ad ramos emortuos *Dorycnii suffruticosi*, per annum.

Fig. 2. Sporidies.

3. *Diaporthe retecta* Fckl et Nke, Nke, *Pyr. germ.* p. 304.

Ad ramos exsiccatos *Buxi*. — Februario.

4. *Diaporthe revellens* Nke, *Pyr. germ.* p. 302.

Ad ramos *Coryli*. — Martio.

5. *Diaporthe resecans* Nke, *Pyr. germ.* p. 314.

In ramis exsiccatis *Syringæ vulgaris*. — Martio.

6. *Diaporthe insignis* Fckl, *Symb. myc.* 2e suppl. p. 36.

In ramis exsiccatis *Rubi fruticosi*. — Januario.

7. *Diaporthe rhynchophora* H. Fab. (*Euporthe*).

Perithecia in ligno nigrificato nidulantia et series longitudinales efformantia, globosa, atra, 1/4mm circiter lata; ostiolo elongato, curvato, atro, nitido, lævi, vel noduloso squamoso, apice marginato papillatoque, 1mm et ultrà æquante.

Asci lanceolati, sessiles, 8-spori. Long. 45-50, lat. 8.

Sporidia disticha, oblongo-lanceolata, hyalina, 4-guttata. Long. 16, lat. 4.

Ad ramos exsiccatos *Coronillæ minimæ*, cum *Cucurbitariâ elongatâ*. — Hyeme.

Par ses ostioles longuement rostrés, cette espèce rappelle le *Diaporthe oncostoma* Duby, qui vient sur le *Robinia Pseudacacia*.

Fig. 3. Périthèces grossis 20 fois. — Fig. 4. Sporidies.

8. *Diaporthe pulla* Nke, *Pyr. germ.* p. 249.

Ad caudices et ramos exaridos *Hederæ*.

9. *Diaporthe Coronillæ* Desm. (*Sphæria*), Sacc. *Fung. ven.* ser. V, p. 181.

Ad ramos emortuos *Coronillæ Emeri*. — Autumno.

Sect. III. — PHÆOSPORÆ Sacc.

Sporidia ovoidea, v. subnavicularia, continua, nigricantia.

A. — SIMPLICES.

a. Nudæ.

Hypocopra Fries.
Rosellinia De Not.

b. Tectæ.

Anthostomella Sacc.

B. — COMPOSITÆ.

Xylaria Hill.
Poronia Fries.
Ustulina Tul.
Hypoxylon Bull.
Daldinia Ces. et De Not.
Nummularia Tul.

HYPOCOPRA Fries.

1. *Hypocopra Serignanensis* H. Fab.

Perithecia superficialia, sparsa, atra, cylindraceo-conoidea, rugosiuscula, vertice subdepressa poroque minimo perforata. Diam. $1/2^{mm}$; alt. 1^{mm}.

Asci cylindracei, 4-spori ! longissimè ! stipitati. Long. 250-300. Pars sporifera : long. 110-122. Paraphyses filiformes, numerosissimæ.

Sporidia simplicia, monosticha, ovalia, annulo hyalino circumdata, initio magniguttata, dein opaco-atra. Long. 25-34, lat. 15-20.

Ad stercora exsiccata Cuniculorum, in silvis Serignanensibus (Sérignan). — Julio.

A notre connaissance, huit autres Sphériacées coprogènes végètent sur les vieilles crottes de Lapin, savoir : *Coprolepa merdaria* Fries, *Hypocopra stercoris* DC., *Sordaria anserina* Rabh. (*Malinvernia*), *Sordaria decipiens* Wint., *Sordaria setosa* Wint., *Sordaria curvicolla* Wint., *Sordaria minuta* Wint., et *Sporormia minima* Awd.

Par ses sporanges à quatre sporidies seulement, le *Sordaria anserina* aurait quelque analogie avec notre espèce ; mais les sporidies non appendiculées et la présence d'une enveloppe hyaline ne permettent pas de faire de celle-ci un *Sordaria*. La caractéristique du genre *Hypocopra* lui convient au contraire très bien ; néanmoins ce n'est pas l'*Hypocopra stercoris*, dont Fuckel dit les sporanges substipités, tandis qu'ils sont très longuement pédicellés dans notre espèce. D'autre part enfin, nous n'avons jamais compté que quatre sporidies par sporange dans l'*H. Serignanensis*, tandis que ceux de l'*H. stercoris* en ont huit.

2. *Hypocopra fimeti* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 64.

Vulgatissima in fimo vaccino et equino.

3. *Hypocopra humana* Fckl, *Symb. myc.* p. 241.

Ad stercora humana, in umbrosis.

ROSELLINIA Ces. et De Not.

1° Byssisedæ.

1. *Rosellinia Aquila* Fries (*Sphæria*), *Syst. myc.* II, p. 442.

Se trouve fréquemment toute l'année, dans les haies épaisses et pleines d'ombre, sur les rameaux et débris de bois à demi pourris. Nous l'avons observé notamment sur : *Cydonia vulgaris, Cornus sanguinea, Syringa vulgaris, Corylus Avellana, Vitis vinifera, Prunus spinosa, Ulmus campestris, Cratægus Oxyacantha, Arundo Donax, Rubus fruticosus.*

2. *Rosellinia Delacourei* H. Fab.

Perithecia densè conferta, globosa, minuta, è subiculo byssoideo ferrugineo-purpurascente latè effuso emergentia, eodemque subiculo tecta, vertice poro coronulâ albâ cincto perforata. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, 8-spori, stipitati. Long. 60-70, lat. 7.

Sporidia simplicia, obliquè monosticha, irregulariter ellipsoidea, plerumquè latere altero convexiore, atro-brunnea, nunc 2-guttata, nunc absque guttulis. Long. 10-12, lat. 6.

Ad lignum denudatum et putrescens basis *Fraxini.* — Januario.

Nous n'avons observé cette espèce qu'une seule fois sur le bois pourri d'une vieille souche de Frêne, au bord d'un fossé, à Orange.

Fig. 5. Sporidies.

3. *Rosellinia Buxi* H. Fab.

Perithecia densè conferta, subiculo byssoideo, atro, rigidiusculo, hirtello nidulantia, conico-globosa, vertice tenuè papillulata, carbonacea, fragilia. Diam. 1/2^{mm}.

Asci cylindracei, 8-spori, brevè stipitati. Long. 190, lat. 10.

Sporidia imbricato-submonosticha, oblongo-fusiformia, plerumquè leniter inæquilateralia, initio pellucida, pluriguttata, dein opaca, atra. Long. 22-36, lat. 6-7.

Ad basim putrescentem *Buxi sempervirentis.* — Junio.

Vers le milieu du sporange, et à la maturité, les sporidies sont fréquemment sur deux rangs ; elles sont sur un seul rang à chaque extré-

mité. Cette espèce, qui paraît rare, provient des bois de Sérignan (Vaucluse). Par la forme des sporidies, elle se rapproche du *Rosellinia Thelena*, mais celui-ci a les siennes prolongées aux deux bouts par des appendices hyalins. — Fig. 6. Sporidies.

2° **Nudæ**.

4. *Rosellinia mammæformis* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 64.

Minimè frequens in umbrosis, ad ramos et caules semi-putrescentes *Rusci aculeati*, *Coryli Avellanæ*, *Rubi fruticosi*. — Vere.

5. *Rosellinia Julii* H. Fab.

Perithecia superficialia, sparsa vel parcè gregaria, interdùm nonnulla coalita, majuscula, sphæroidea, fragilia, carbonacea, opacoatra, verrucosa, brevissimè papillata; nucleo albo. Diam. 1, 1 1/2^{mm}.

Asci cylindracei, 8-spori, sat longè et crassè stipitati. Long. 200-250, lat. 15. Maturi simul ac integri ægrè reperiuntur.

Sporidia simplicia, monosticha, ellipsoidea, nunc regularia, nunc inæquilateralia, utroque polo acutiuscula, opaca, atro-fusca. Long. 22-27, lat. 12-14.

Ad cortices ramorum putrescentium *Quercûs cocciferæ*, et rariùs *Quercûs Ilicis*. — Hyeme.

Cette belle Sphériacée est fréquente et vient principalement à la base des tiges sèches du Chêne kermès, sur la partie enterrée au milieu des feuilles mortes, dans les fourrés épais. — Fig. 7. Sporidies.

6. *Rosellinia Gaudefroyi* H. Fab.

Perithecia sparsa, nonnullave coalita, in cortice duriori semiimmersa, sphæroidea, carbonacea, rugosiuscula, brevè papillata. Diam. 1^{mm}.

Asci cylindracei, 8-spori. Long. 200-250, lat. 15.

Sporidia simplicia, obliquè monosticha, ovalia, fuliginea, ferè atra, multiguttata. Long. 30-34, lat. 11-13.

In cortice duriori, ad basim truncorum *Quercûs pubescentis*. — Julio.

Cette espèce est habituellement accompagnée sur la même écorce de l'*Hysterium pulicare* et du *Lophiostoma pileatum*. — Fig. 8. Sporidies.

7. *Rosellinia amphisphæriodes* Sacc. *Michelia*, III, p. 352. — *Fungi ital.* fig. 588.

In cortice annoso et rimoso, ad basim stipitis *Populi nigræ*. — Martio.

8. *Rosellinia etrusca* H. Fab.

Perithecia superficialia, ligno decorticato, nigrificatoque insidentia, carbonacea, densè conferta, papillata, amœnè mammæformia. Diam. 2/3, 3/4^{mm}.

Ascos non vidi.

Sporidia simplicia, ovalia, opaco-fusca, nunc regularia, nunc tenuissimè inæquilateralia, 2-3-guttata, utroque polo acutiuscula et appendiculo brevi, lato, hyalino prædita. Long. 11-13, lat. 5-6.

Ad ramos exsiccatos *Loniceræ etruscæ*. — Junio.

Sphériacée peu répandue, et dont nous n'avons pu encore observer les sporanges, à cause d'un état de maturité trop avancé. — Fig. 9. Sporidies.

9. *Rosellinia Arausiaca* H. Fab.

Perithecia sparsa, ligno nigrificato semi-insculpta, deorsùm globosa, sursùm conoidea, rugosiuscula, vertice poro perforata. Diam. 1/2^{mm}.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 70-80, lat. 12-13.

Sporidia simplicia, rectè monosticha, ellipsoidea, atro-brunnea, tandem opaca. Long. 20-22, lat. 10-12.

Ad ramos exsiccatos *Loniceræ etruscæ*.

Par la forme et les dimensions des sporidies, cette espèce se distingue nettement du *Rosellinia etrusca*, qui vient sur le même support. Observée aux environs d'Orange (*Arausio*). — Fig. 10. Sporidies.

ANTHOSTOMELLA Sacc.

· 1. *Anthostomella Smilacis* H. Fab.

Perithecia numerosissima, epidermide tecta, semi-insculpta, globosa, atra, vertice papillulata. Diam. 1/5^{mm}.

Asci cylindracei, brevissimè stipitati, 8-spori. Long. 100-112-lat. 14.

Sporidia simplicia, obliquè monosticha, ovata, atro-fusca, 1-2-magniguttata. Long. 16-18, lat. 11-12.

Ad ramos exsiccatos *Smilacis asperæ*. — Januario.

Ne saurait être le *Sphæria Smilacis* de Castagne, *Cat. pl. Mars.* p. 169, car l'auteur dit de sa Sphériacée : « *sporulis 2-septatis* », et la nôtre n'a aucune trace de cloison même dans les sporidies, qui, plus jeunes, se prêtent le mieux à l'observation par leur transparence. — Fig. 11. Sporidies.

2. *Anthostomella Paliuri* H. Fab.

Perithecia sparsa, nonnullave conferta, ligno fracido infixa, epidermide tecta, globosa, atra, vertice erumpente papillata. Diam. $2/3^{mm}$.

Asci cylindracei, stipitati, 8-spori. Long. 70-80, lat. 8.

Sporidia simplicia, obliquè monosticha, plus minusve ordinatim ovalia, fusco-fulva. Long. 10-15, lat. 5-6.

Ad ramos emortuos *Paliuri aculeati*. — Februario.

Fig. 12. Sporidies.

XYLARIA Hill.

1. *Xylaria Hypoxylon* Linn. (*Clavaria*), *Flora suec.* ed. II, p. 457.

Est fort rare dans notre région. Observé une seule fois et stérile sur une vieille souche pourrie au bord d'un fossé.

PORONIA Fries.

1. *Poronia punctata* Linn. (*Peziza*).

Encore une espèce qui paraît à peu près manquer dans le département de Vaucluse. Nous la possédons provenant de Requien, qui l'avait récoltée sur les crottins des bêtes de somme, aux environs d'Avignon, dans la fertile plaine qui a remplacé l'étang desséché de Pujault. Elle est cependant fort commune dans le département voisin, celui du Gard, au milieu de conditions bien différentes, il est vrai. D'après M. de Seynes (*Essai d'une flore mycologique de la région de Montpellier et du Gard*), la région entre Aigues-Mortes, la Camargue et la mer, formée d'un sol léger, où les sables maritimes se mélangent d'un terreau noir, riche en déjections des taureaux et des chevaux qui errent en liberté dans ces solitudes, abonde en Champignons coprogènes, notamment en *Poronia punctata*, qui y pullule d'une manière remarquable.

USTULINA Tul.

1. *Ustulina vulgaris* Tul. — *Sphæria deusta* Hoffm. — *Hypoxylon ustulatum* Bull.

Ad basim *Fagorum* annosarum, in monte Ventoso.

HYPOXYLON Bull.

1. *Hypoxylon fuscum* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 12.

Trivialis species collecta in sequentibus : *Alnus glutinosa*, *Corylus Avellana*, *Ulmus campestris*, *Cornus sanguinea*, *Fraxinus oxyphylla*.

2. *Hypoxylon serpens* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 20.

Sat frequens in *Salicibus* cavis. Rariùs ad caudices emortuos *Coryli Avellanæ* et *Quercûs Ilicis*.

3. *Hypoxylon cohærens* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 11.

Ad caudices emortuos *Fagorum*, in monte Ventoso.

DALDINIA Ces. et De Not.

1. *Daldinia concentrica* Bolt. (*Sphæria*).

Ad caudices emortuos *Fagorum*, in monte Ventoso.

NUMMULARIA Tul.

1. *Nummularia Bulliardi* Tul. — *Hypoxylon nummularium* Bull. *Champ.* p. 179, t. CCCCLXVIII, fig. 4.

Ad truncos *Fagorum* emortuorum, in monte Ventoso.

Sect. IV. — DIDYMOSPORÆ Sacc.

Sporidia ovoidea v. oblonga, bilocularia, fusca v. hyalina

A. — SIMPLICES.

a. Tectæ.

Didymosphæria Fckl.

Rhynchostoma Karst.

b. Nudæ.

Amphisphæria Ces. et De Not.

B. — Cespitosæ.

Otthia Nke.

C. — Compositæ.

Valsaria Ces. et De Not.

DIDYMOSPHÆRIA Fckl.

1. *Didymosphæria Spartii* Castag. (*Sphæria*), *Cat. pl. Mars.* p. 169.

Perithecia sparsa, globosa, punctiformia, in cortice interiori nidulantia, epidermide nigrificatâ tecta, vertice deplanata et coronulâ albâ epidermidis fissæ cincta; ostiolo inconspicuo.

Asci cylindracei, stipitati, 8-spori. Long. 150, lat. 12.

Sporidia monosticha, ovato-oblonga, 1-septata, medio constrictula, atro-ardosiacea. Long. 24-30, lat. 7-10.

In ramulis delapsis *Spartii juncei* et *Genistæ Scorpii.* — Per annum.

2. *Didymosphæria Rubi* Fckl, *Symb. myc.* p. 141.

Ad ramos emortuos *Rubi fruticosi.* — Hyeme.

3. *Didymosphæria Vitis* H. Fab.

Perithecia conferta, initio epidermide tecta, dein semi-libera, globosa, atra, in seriebus longitudinalibus inter corticis fibras nidulantia; ostiolo inconspicuo. Diam. 1/5^{mm}.

Asci cylindracei, stipitati, 8-spori. Long. 125, lat. 16.

Sporidia monosticha, ovata, atro-brunnea, didyma, ad septum non constricta. Long. 16-20, lat. 10-12.

Ad ramos emortuos *Vitis viniferæ.* — Hyeme.

4. *Didymosphæria Rhamni* H. Fab.

Perithecia solitaria, sparsa, globosa, atra, sub epidermide in pustulam inflatâ nidulantia, vertice poro perforato per epidermidem stellatim fissam erumpente. Diam. 1/2^{mm}.

Asci nunc longissimi, cylindracei, stipitati, long. 200, lat. 15,

et tunc sporidia monosticha; nunc sed rariùs clavati, long. 100, lat. 20, et tunc sporidia subdisticha. Pars non sporifera, long. 25.

Sporidia oblongo-ovata, didyma, medio constrictula, obscurè fuliginea. Long. 23-30, lat. 9-12.

Ad ramos exaridos *Rhamni infectorii.* — Hyeme.

Fig. 13. Sporidies.

5. *Didymosphæria Oxycedri* H. Fab.

Perithecia sparsa, cortici exarido semi-immersa, globosa conoidea, atra, poro pertusa. Diam. 1/2, 2/3^{mm}.

Asci latè clavati, sessiles, 8-spori. Long. 150-175, lat. 30-40.

Sporidia nunc inordinata, nunc subdisticha, ovalia, didyma, medio constricta vel non, fusca; loculis 1-magniguttatis. Long. 30-35, lat. 12-15.

Ad corticem ramorum exaridorum *Juniperi Oxycedri.* — Martio.

Fig. 14. Sporidies.

6. *Didymosphæria Syringæ* H. Fab.

Perithecia sparsa, minuta, sub epidermide nigro-punctatâ nidulantia, globosa, atra, vertice poro pertusa.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 90-120, lat. 8.

Sporidia obliquè monosticha, didyma, medio subconstricta, pallidè fusca; loculis 1-guttatis. Long. 15, lat. 5-6.

Ad ramos emortuos *Syringæ vulgaris.* — Martio.

Remarquable par les petites dimensions de ses sporidies. — Fig. 15. Sporidies.

RHYNCHOSTOMA Karst.

Rhynchostoma Julii H. Fab.

Perithecia initio epidermide tecta, tandem denudata, solitaria vel 4-20 et ultrà irregulariter coacervata, basi globosa et in ligno fracido nidulantia, sursùm conico-clypeiformia, expansa, rugosa, opaco-atra, in rostrum cylindricum nunc breve nunc perithecii altitudinem æquans aut superans abruptè producta; rostro recto vel cernuo, sub apice plerumquè subtiliter marginato. Rostrum quandoquè in papillam degenerat, et perithecia vertice poro modò perforantur. Diam. partis immersæ 1^{mm}; partis emersæ et clypeiformis, 1 1/2, 2^{mm}.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 100-125, lat. 10-15.

Sporidia obliquè monosticha, oblongo-elliptica, didyma, initio hyalina, medio constrictula, loculis magniguttatis granulosisque; dein opaco-fusca. Long. 18-25, lat. 7-10.

Ad ramos exsiccatos *Genistæ Scorpii*. — Hyeme.

Fig. 18. Périthèces grossis 10 fois. — Fig. 19. Sporidies non mûres. — Fig. 20. Sporidies mûres.

AMPHISPHÆRIA Ces. et De Not.

1. *Amphisphæria Emiliana* H. Fab.

Perithecia sparsa, semi-immersa, globoso-conica, mammæformia, rugosiuscula, atra; ostiolo cylindrico, brevi, prominulo. Diam. 2/3^{mm}.

Asci cylindracei, elongati, brevissimè stipitati, 8-spori. Long. 125-175, lat. 12-15.

Sporidia monosticha, ellipsoidea, initio hyalina, multiguttata, dein didyma, fusca; loculis obscurè 1-magniguttatis. Long. 18-25, lat. 10.

Ad corticem duriorem basi truncorum *Populi albæ* et *Populi nigræ*. — Hyeme.

Je dois cette belle Sphériacée aux recherches de mon fils Émile. Sur la vieille écorce de l'*Ulmus campestris*, également à la base du tronc, j'ai récolté un *Amphisphæria* qui ne m'a pas offert des différences suffisantes pour être séparé de l'*A. Emiliana*. — Fig. 16. Sporidies.

2. *Amphisphæria inæqualis* H. Fab.

Perithecia sparsa, ligno exsiccato semi-immersa, globoso-conoidea, ad latera compressiuscula, obtusa, atra, apice pertusa. Diam. 1^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, brevissimè stipitati, 8-spori. Long. 90, lat. 15.

Sporidia submonosticha, didyma, obscurè brunnea; loculis inæqualibus, altero majore, ovato, brunneo, altero minore, conoideo ut plurimùm dilutiore, ferè hyalino. Long. 20-25, lat. 10-12.

Ad ramos denudatos *Oleæ europeæ*. Hyeme. — Inæqualis dicta ob loculos inæquales, alter forsàn sterilis, alter fertilis.

Serait-ce un état anormal? Les échantillons que j'ai pu observer, en petit nombre, il est vrai, m'ont tous présenté le même fait. — Fig. 17. Sporidies.

OTTHIA Nke.

1. *Otthia Pruni* Fckl, *Symb. myc.* p. 169.

Ad ramos exsiccatos *Pruni spinosæ.* — Hyeme.

2. *Otthia Coryli* Fckl, *Symb. myc.* 1er suppl. p. 19.

Ad ramos exsiccatos *Coryli Avellanæ.* — Martio.

3. *Otthia populina* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 50.

Ad ramos emortuos *Populi nigræ.* — Hyeme.

4. *Otthia Cratægi* Fckl, *Symb. myc.* 1er suppl. p. 19.

Ad ramos exsiccatos *Cratægi Oxyacanthæ.* — Januario.

5. *Otthia Ulmi* H. Fab.

Perithecia acervulos densos erumpentes efformantia, rariùs subsolitaria, globosa, atra, papillata. Diam. 1/2mm.

Asci ampli, cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 125-150, lat. 18-20.

Sporidia obliquè monosticha, didyma, medio constricta, initio pallida, pluriguttata granulosaque, tandem atro-fusca; loculis plerumquè 1-magniguttatis. Long. 25-30, lat. 10-15.

Ad ramos emortuos *Ulmi campestris.* — Hyeme.

VALSARIA Ces. et De Not.

Valsaria insitiva Tode (*Sphæria*).

Ad ramos cæsos *Robiniæ* et *Cratægi Oxyacanthæ.* — Novembre.

Sect. V. — PHRAGMOSPORÆ Sacc.

Sporidia oblongata, v. fusoidea, typice 2-pluriseptata, fuliginea, in nonnullis hyalina, rarissimè septulis longitudinalibus.

A. — SIMPLICES.

a. Tectæ.

Massaria De Not.
Rebentischia Karst.
Leptosphæria Ces. et De Not.
Clypeosphæria Fckl.

b. Nudæ.

α. *Ostiolo papillato.*

Melanomma Nke.
Ohleria Fckl.
Trematosphæria Fckl.
Zignoella Sacc.
Melanopsamma Niessl.
Bertia De Not.
Stuartella H. Fab. Perithecia polyedrica. Sporidia navicularia.

β. *Ostiolo compresso.*

Navicella H. Fab. Sporidia magna, navicularia.
Lophidium Sacc.
Rostrella H. Fab. Sporidia rostro hyalino utroque polo prædita.
Lophiostoma Ces. et De Not. (partim).
Lophiotrema Sacc.

B. — CESPITOSÆ.

Verlotia H. Fab. Sporidia fusiformia, loculo medio ventricoso, colorato, cæteris hyalinis.

MASSARIA De Not.

1. *Massaria Platani* Tul. *Sel. Fung. Carp.* II, p. 235.

Frequentissima, per annum, ad basim ramorum emortuorum *Platani*.

2. *Massaria Antoniæ* H. Fab.

Perithecia sparsa, globosa, carbonacea, in ligno denudato et exarido nidulantia; vertice conoideo, emerso. Diam. 1/2^{mm} vel minùs.
Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 200, lat. 15.

Sporidia monosticha, magna, annulo hyalino circumdata, oblongo-elliptica, nunc recta, nunc curvula, 5 et rariùs 6-7-septata, ad septa plus minùsve constricta, immatura flavo-hyalina, matura brunnea; loculis pluriguttatis. Long. 36-40, lat. 10-11.

Ad lignum exaridum in Moris Oleisque cavis (*Morus alba*, *Olea europæa*). — Per annum.

J'attache à cette importante Sphériacée le nom de ma fille aînée, Antonia, zélée pour la recherche et l'étude de ces végétaux microscopiques. — Fig. 21. Sporidies.

REBENTISCHIA Karst.

1. *Rebentischia Typhæ* H. Fab.

Perithecia latissimè sparsa, immersa, globosa, atra; ostiolo conico, prominulo. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci clavati, stipitati, 8-spori. Long. 70-100, lat. 11-15.

Sporidia imbricato-disticha, clavata, 5-septata, flava; loculis 1-guttatis; loculo ultimo absque guttulâ, longiori, angustiori, in caudam conicam dilutiorem, ferè hyalinam, producto. Long. 27-35, lat. 9-10.

Ad ramos exsiccatos *Typhæ angustifoliæ* semel reperimus. — Hyeme.

Karsten (*Myc. fenn.* II, p. 14) dit au sujet de son genre *Rebentischia*: « *Perithecia superficialia... Sporæ 4-septatæ.* » Notre espèce ne présente pas ces deux caractères de la diagnose générique : elle a les périthèces logés sous l'épiderme et les sporidies à cinq cloisons ; mais la dernière loge, hyaline et caudiforme, ne permet pas de la classer ailleurs. Nous retrouverons cette loge terminale, caudiforme et plus ou moins hyaline, dans deux autres espèces, dont l'ostiole comprimé fait incontestablement des Lophiostomacées. Peut-être conviendrait-il de ne tenir compte ici de la forme de l'ostiole, et de classer les trois espèces, ainsi que les similaires sous le rapport des sporidies, dans une nouvelle coupe générique pour laquelle nous proposerions le nom de *Dacryospora*, faisant allusion aux sporidies en forme de larme. Cette observation a trait au *Lophiostoma caudatum* et au *Lophiostoma dacryosporum*, dont la description viendra plus loin. Pareil groupement serait d'autant plus fondé, que certaines Lophiostomacées ont indifféremment un ostiole papilliforme ou un ostiole comprimé. Tel est, par exemple, le *Lophidium ambiguum*.

Fig. 22. Sporidies.

LEPTOSPHÆRIA Ces. et De Not.

1. *Leptosphæria Saccardiana* H. Fab.

Perithecia sparsa, coriacea, initio epidermide tecta, tandem epidermide destructà superficialia, globoso-conica, mammæformia, atra. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci ampli, clavato-cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 140-150, lat. 25-30.

Sporidia inordinata, crassè fusoidea, initio hyalina, dein fusco-flava, utrinquè obtusa, sæpe curvula, 7-9-septata, ad septa constrictula; loculis 1-magniguttatis, altero intermediorum crassiori. Long. 40-50, lat. 11-15.

In ramis exsiccatis *Cratægi Oxyacanthæ* hyeme semel legimus.

In honorem inclyti mycologi P. A. Saccardo hæc præclara species sic denominata.

Pour l'ampleur et la forme des sporidies, prend rang à côté du *Leptosphæria littoralis* Sacc. (*Fung. ital.* fig. 144) et du *Leptosphæria massarioides* Sacc. (*Fung. ital.* fig. 328).

2. *Leptosphæria Avellanæ* H. Fab.

Perithecia densè gregaria, subepidermica, in cortice nidulantia, globosa, atra; ostiolo erumpente, papillato, prominulo. Diam. 1/4^{mm}.

Asci clavati, longè et sensìm stipitati, 8-spori. Long. 85, lat. 8. Pars sporifera : long. 50.

Sporidia inordinata, oblonga, utrinquè obtusa, 3-septata, recta vel curviuscula, pallidissimè fusca. Long. 9-15, lat. 5-6.

Ad ramos emortuos *Corylli Avellanæ*. — Martio.

Nous paraît différer de la suivante par ses sporidies de moitié environ moindres en longueur, par ses sporanges longuement pédicellés, par ses périthèces densément rapprochés.

3. *Leptosphæria vagabunda* Sacc. *Fung. veneti*, ser. II, p. 318.

Perithecia sparsa, sub epidermide pustulatim inflatâ nidulantia, dein epidermide ruptâ semilibera, deplanato-globosa, atra; ostiolo brevi, papillulato. Diam. 1/2^{mm}.

Asci clavati, brevissimè et abruptè stipitati, 8-spori. Long. 65, lat. 15.

Sporidia subdisticha, oblonga, utrinquè obtusa, primitùs hyalina, didyma, ad septum constricta, 4-guttata, tandem fuscella, 3-septata, ad septa constricta; loculis 1-guttulatis aut non. Long. 22-25, lat. 6-7.

Ad ramos exsiccatos *Coryli Avellanæ* et *Cratægi Oxyacanthæ*. — Martio.

4. *Leptosphæria hiemalis* Sacc. *Fung. ital.* fig. 365.

Ad caules exaridos *Equiseti ramosi*. — Januario.

5. *Leptosphæria culmifraga* Fries (*Sphæria*), *Syst. myc.* II, p. 510.

Ad ramos exaridos *Phragmitidis communis*. — Decembri.

6. *Leptosphæria arundinacea* Sow. in Fr. *Syst. myc.* II, p. 429.

Ad ramos exaridos *Phragmitidis communis*. — Decembri.

7. *Leptosphæria Emiliana* H. Fab.

Perithecia sparsa, modò cortice immersa et epidermide tecta, modò ligno denudato insidentia et semi-libera, globoso-compressa, atra; ostiolo conico. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 125, lat. 8.

Sporidia rectè monosticha, oblonga, utrinquè rotundata, hyalina, 2-septata, ad septa vix constricta; loculis 1-magniguttatis. Long. 18, lat. 6.

Ad ramos exsiccatos *Jasmini fruticantis* et *Pistaciæ Terebinthi*. — Hyeme.

Si ce n'était l'orbe guttulé de chaque loge, nous rapprocherions cette espèce du *Sphæria Opuli* Fckl (*Symb. myc.* p. 115), dont les sporidies sont dépourvues de ce caractère si remarquable. La découverte en est due à mon fils Émile, à qui elle est dédiée. — Fig. 25. Sporidies.

CLYPEOSPHÆRIA Fckl.

Clypeosphæria Notarisii Fckl, *Symb. myc.* p. 117.

Ad ramos exsiccatos *Rubi fruticosi*. — Haud frequens.

MELANOMMA Nke.

1. *Melanomma Minervæ* H. Fab.

Perithecia sparsa, basi ligno nigrificato infixa, conica, deorsùm cylindracea, atra, dura, vertice poro perforata. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci cylindracei, brevè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 65-70, lat. 8-10.

Sporidia monosticha, initio hyalina, 1-septata, biconoidea, 4-guttata, dein oblonga, utrinquè obtusa, 3-septata, ad septa constrictula, pallidè fuliginea; loculis 1-magniguttatis. In maturissimis, loculi intermedii atro-fuliginei, extimi subhyalini. Long. 18-20, lat. 7-8.

Ad putamina Olearum sub Jove diù nigrificata. Itidem reperitur in putaminibus *Armeniacæ*.

Cette remarquable Sphériacée, observée sur de vieux noyaux, tantôt d'Olive et tantôt d'Abricot, ne nous a présenté aucune différence sensible, malgré la variété du support. — Fig. 26. Sporidies.

2. *Melanomma Julii* H. Fab.

Perithecia densissimè gregaria, ligno indurato insidentia, superficialia aut basi infixa, conico-globosa, dura, rugulosa, atra, vertice poro pertusa. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci cylindracei, longè stipitati, 8-spori. Long. 100. Pars sporifera : long. 75, lat. 6.

Sporidia monosticha, oblonga, cylindracea utrinquè obtusa, 3-septata, ad septa vix constricta; loculis intermediis fusco-fulvis, extimis ferè hyalinis. Long. 12-15, lat. 4-5.

In Quercubus et Moris cavis (*Quercus Ilex* et *Morus alba*).—Martio.

Dans les Chênes creux, le bois occupé par cette Sphériacée est fortement noirci ; dans les Mûriers caverneux, au contraire, il est recouvert d'une sorte d'efflorescence blanche étrangère à la Sphérie.

Fig. 27. Sporidies.

3. *Melanomma Mori* H. Fab.

Perithecia gregaria, ligno exarido nigrificato vel albicante insidentia, superficialia, conoidea, atra, vertice poro perforata. Diam. 1/3^{mm} circiter.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 125, lat. 10.

Sporidia obliquè monosticha, oblonga, utrinquè obtusa, recta vel curvula, atro-fusca, 3-septata, ad septa strangulata. Long. 17, lat. 4.

In Moris cavis (*Morus alba*). — Martio.

A la parfaite maturité, les loges des sporidies se séparent et forment autant d'articles distincts. Ce caractère important, dont on retrouve l'analogue, mais moins prononcé, dans le genre *Ohleria*, mériterait peut-être une coupe générique à part. — Fig. 28. Sporidies.

4. *Melanomma Olearum* Castg. (*Sphæria*), *Cat. pl. Mars.* p. 166.

Ad corticem annosum *Oleæ* per annum sat frequens.

5. *Melanomma Requienii* H. Fab.

Perithecia in acervulos oblongos transversim epidermidem rumpentes aggregata, globoso-conica, vel globoso-depressa et umbilicata, atra, rugosiuscula; ostiolo papillulato. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci cylindracei, stipitati, 8-spori. Long. 80-90, lat. 10.

Sporidia obliquè monosticha, oblonga, utrinquè obtusa, 3-septata, ad septa non vel vix constricta, pallidè fusca aut fulva. Long. 15-18, lat. 5-6.

Ad ramos emortuos *Rhamni infectorii* et *Punicæ Granati*. — Hyeme.

Les groupes sont composés d'un nombre très variable de périthèces, parfois de 15 à 20, parfois de 3 ou 4. Il y a même des périthèces isolés. Quelques groupes, mais plus rarement, fendent l'épiderme en long; d'autres enfin se montrent sur le bois dénudé. Une différence insignifiante de coloration des sporidies distingue la Sphériacée venue sur le Grenadier (*Punica Granatum*) de celle venue sur le *Rhamnus infectorius*. Les premières sporidies sont fauves, les secondes sont brunes. Enfin, écrasés sur le porte-objet, les périthèces venus sur le *Rhamnus infectorius* teignent l'eau en rose; mais cette coloration provient uniquement du support. — Fig. 29. Sporidies.

6. *Melanomma Hippophaes* H. Fab.

Perithecia sparsa, rariùs parcè acervulata, per epidermidem fissam erumpentia, globosa, rugosiuscula, atra, subtiliter papillata. Diam. 1/3^{mm}.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 100, lat. 10.

Sporidia obliquè monosticha, oblongo-ovalia, utrinquè rotundata, 3-septata, dilutè flava. Long. 18-22, lat. 6-7.

Ad ramos exaridos *Hippophaes rhamnoidis.* — Autumno.

Fig. 30. Sporidies.

Ces deux dernières espèces trouveraient mieux leur place dans le genre *Botryosphæria,* si celui-ci était convenablement délimité.

OHLERIA Fckl.

1. *Ohleria Ulmi* H. Fab.

Perithecia sparsa vel conferta, bysso tenui albicante super lignum cariosum effuso insidentia, semi-immersa aut libera, globosa-conoidea, atra, rugosiuscula, vertice poro pertusa. Diam. $1/2^{mm}$ vel minùs.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 90-100, lat. 9-10.

Sporidia monosticha, fusiformia, initio hyalina, 4-guttata et medio constricta, dein 3-septata, fusco-fulva, tandem in duos articulos secedentia. Long. 15-20, lat. 4.

Ad lignum emortuum et denudatum *Ulmi campestris.* — Hyeme.

Les sporidies mûres se divisent en deux articles conoïdes, comprenant chacun deux loges en général 1-guttulées. La séparation se fait dans le sporange lui-même, qui paraît alors contenir des sporidies didymes en nombre double du nombre habituel. — Fig. 31. Sporidies.

2. *Ohleria quercicola* H. Fab.

Perithecia sparsa vel gregaria, ligno exarido nigrificatoque insidentia, globosa-conica, atra, rugosiuscula, poro pertusa. Diam. $1/3^{mm}$.

Asci cylindracei, brevè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 100, lat. 8-10.

Sporidia monosticha, oblonga, utrinquè obtusa, initio hyalina, 4-guttata, medio strangulata, dein 3-septata, fusca, tandem in duos articulos didymos secedentia. Long. 15-16, lat. 4.

Ad lignum emortuum et adhùc durum in plagis *Quercûs pubescentis.* — Martio.

La séparation en articles à deux loges se fait encore dans le sporange.

TREMATOSPHÆRIA Fckl.

Trematosphæria errabundă H. Fab.

Perithecia modò sparsa, modò densissimè gregaria, ligno exarido sæpè fuligineo semi-immersa, globoso-conica, rugosiuscula, sordidè atra, vertice poro pertusa, vel ostiolo brevi et conico prædita. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci clavati, nunc brevè, nunc longè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 100, lat. 15-20.

Sporidia farcta vel subdisticha, fusoidea, recta vel curvula; initio hyalina, didyma, 4-magniguttata, medio constricta, dein fusca, 3 et rariùs 1-septata, loculis guttatis aut non, subintermedio crassiori. Long. 35-40, lat. 5-8.

Ad lignum exsiccatum, plerumquè fuligineo conspurcatum, caudicum variarum arborum inter quas : *Quercus Ilex*, *Fraxinus oxyphylla*, *Populus nigra*, *Cratægus Oxyacantha*, *Paliurus aculeatus*, *Olea europæa*. — Hyeme.

Au début, les sporidies sont hyalines et 4-guttulées. Parmi les sporidies brunes, les unes sont simplement didymes, les autres ont trois cloisons et les loges guttulées ou non. L'une des loges intermédiaires est en outre fréquemment un peu plus renflée que l'autre. Nous avons observé la même espèce sur la vieille écorce d'une souche cariée d'Aubépine. Notre Sphériacée se rapproche alors beaucoup du *Trematosphæria corticola* Fckl (*Symb. myc.* p. 162) ; mais son habitat ordinaire sur le bois dénudé ne permettrait pas de lui appliquer l'appellation de *corticola*, si les deux espèces n'en forment réellement qu'une. — Fig. 32. Sporidies.

ZIGNOELLA Sacc.

Zignoella pulviscula Curr. (*Sphæria*), Sacc. *Fung. ital.* fig. 297.

Ad lignum emortuum stipitis *Quercùs pubescentis*. — Hyeme.

MELANOPSAMMA Niessl.

Melanopsamma pomiformis Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 65.

Ad lignum emortuum *Salicum* cavarum. — Rarissima.

BERTIA De Not.

1. *Bertia parasitica* H. Fab.

Perithecia superficialia, carbonacea, dura, nunc solitaria, nunc confluentia, hemisphærica, atra, Fragorum instar papillata, vertice poro pertusa. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci clavati, stipitati, 8-spori. Long. 60-70, lat. 10.

Sporidia farcta, oblonga, utrinquè obtusa, hyalina, 3-5 septata, nonnunquàm loculo subintermedio septo longitudinali diviso. Long. 15-20, lat. 4-5.

Habitat crustam *Eutypæ latæ*. — Aprili. — Rarissimè obvenit. Fig. 33.

2. *Bertia moriformis* Tode (*Sphæria*), Pers. *Syn. Fung.*, p. 86.

In Salicibus cavis (*Salix alba*), ramisque semi-putrescentibus et denudatis *Oxyacanthæ*. — Haud frequens.

STUARTELLA H. Fab.

Perithecia carbonacea, simplicia, polyedrica. Sporidia colorata, navicularia, 3-septata, magna.

Par ses sporidies amples et naviculaires se rapproche du genre suivant, *Navicella;* mais s'en éloigne par son périthèce polyédrique et dépourvu d'ostiole comprimé. Nous désirons rattacher à ce genre le nom du célèbre philosophe anglais Stuart Mill, qui préparait une Flore de Vaucluse quand ses amis et la science ont eu brusquement à déplorer sa perte.

Stuartella formosa H. Fab.

Perithecia superficialia, nunc sparsa, nunc parcè confluentia, magna, carbonacea, dura, atra, tuberculis polyedricis exasperata; ostiolo inconspicuo. Diam. 1-3^{mm}.

Asci subcylindracei, brevissimè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 185, lat. 15-20.

Sporidia disticha, elongato-lanceolata, navicularia, 3-septata, loculis binis intermediis ferrugineo-fulvis, loculis ultimis hyalinis sed quandoquè concoloribus. Long. 55-60, lat. 12-15.

Ad ramos languescentes *Quercûs Ilicis* rarissimè invenitur.

Chaque périthèce ou chaque groupe de périthèces apparaît sur une excroissance subéreuse de l'écorce, qui se fait jour en perçant l'épiderme. — Fig. 34. Sporidies grossies 600 fois.

LOPHIOSTOMA Ces. et De Not.

Considéré dans son acception la plus générale, le genre *Lophiostoma* (*Sphæriæ platystomæ* de Persoon, *Syn. Fung.* p. 56) est caractérisé par un ostiole large et comprimé, qui s'ouvre suivant une fente au lieu d'un pore. Ce caractère ne manque pas de valeur, car il est constant, exception faite de quelques rares espèces où l'ostiole est indifféremment comprimé en lame ou arrondi en papille. Mais à cette constance de structure externe est fort loin de correspondre semblable fixité dans la structure interne. Les sporidies, organes que la classification doit considérer en première ligne, diffèrent beaucoup entre elles, non-seulement par la coloration et le nombre des loges, détails secondaires, mais encore par la forme et l'édifice général ; et leur examen démontre bientôt qu'un classement basé sur le seul ostiole comprimé est purement artificiel. On ne peut arriver à une classification naturelle et mettre un peu d'ordre dans ce genre si vaste et si difficile, qu'en le subdivisant d'après la structure des spores. Le vieux genre *Lophiostoma* devient ainsi une famille, subdivisée en genres dont la caractéristique est fournie par les spores.

C'est du reste ce qu'avait déjà très bien aperçu l'éminent cryptogamiste italien Saccardo, s'exprimant ainsi dans son *Michelia*, n. III, p. 337 : « *Generis Lophiostomatis species, etsi inter se habitu externo exactè conveniant, sporidiis inter se ità variis utuntur, ut in nonnulla genera meritò dividi posse videantur.* » Quelques coupes génériques sont alors proposées, et nous les adoptons avec empressement tant elles entrent dans nos vues. Néanmoins elles sont encore insuffisantes pour que toutes les espèces de notre région viennent naturellement s'y classer. Nous en proposerons donc quelques autres ; et le primitif genre *Lophiostoma* sera réparti, quant aux espèces par nous observées, dans les genres *Navicella* H. Fab., *Lophidium* Sacc., *Rostrella* H. Fab., *Lophiostoma* (sens. strict.), et *Lophiotrema* Sacc. Il resterait encore les genres *Lophiella* Sacc., *Schizostoma* Cesat. et De Not., dont nous n'avons pas jusqu'ici trouvé de représentants.

NAVICELLA H. Fab.

Sporidia magna, colorata, navicularia, id est elongata et crassè fusoidea ; plerunquè utroque polo loculo hyalino, saltem expallente, definita.

1. *Navicella Julii* H. Fab.

Perithecia sparsa, ligno fracido sed adhuc duro immersa, globoso-conica; ostiolo prominulo, conico, compressiusculo, apice plerumquè truncato rimâque ellipticâ pertuso. Diam. 1^{mm}.

Asci clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 150-200, lat. 15-20.

Sporidia inordinata, navicularia, utrinquè apiculata, 5-7-9-septata, fusco-fulva; loculis 1-magniguttatis, loculis ultimis ferè hyalinis. Long. 60-75, lat. 12.

Ad lignum emortuum in Moris cavis (*Morus alba*). — Februario.

Cette magnifique espèce, que nous considérons comme le type du genre *Navicella*, ne semble pas fort répandue. Nous l'avons rencontrée à Orange, sur le bois mort à l'intérieur des Mûriers caverneux. — Fig. 35. Sporidies grossies 600 fois.

2. *Navicella Balsamiana* De Not. (*Lophiostoma*), Saccardo, *Myc. ven.* p. 110, tab. x, fig. 48-51.

In annoso cortice, and basim trunci *Populi nigræ*. — Hyeme.

3. *Navicella pileata* Tode (*Sphæria*), Pers. *Syn. Fung.* p. 54.

Sporidia navicularia, utrinquè attenuata, 5-7-septata, medio leniter constricta, fuliginea; loculis guttatis, ultimis hyalinis. Long. 34-45, lat. 9-11.

In corticibus fissis ad basim truncorum *Quercûs pubescentis* — Per annum frequens.

4. *Navicella elegans* H. Fab.

Perithecia latè sparsa, cortice duriori insidentia, plus minusve immersa, globoso-conica, rugosiuscula, atra; ostiolo brevi, crasso, rimâ fisso. Diam. $2/3^{mm}$.

Asci cylindracei, stipitati, 8-spori. Pars sporifera : long. 150, lat. 12.

Sporidia obliquè monosticha, navicularia, initio hyalina, didyma, tandem 5-septata; loculis ultimis subhyalinis, cæteris fuscis 1-magniguttatis. Long. 30-45, lat. 9-10.

In corticibus fissis et exsiccatis ad basim truncorum Mori (*Morus alba*) et Juglandis. — Martio.

Par les dimensions des sporidies, leur disposition en un seul rang dans le sporange, et leurs extrémités obtuses, cette espèce se distingue nettement du *Navicella Julii*, qui habite le même support, mais vient sur le bois desséché et non sur l'écorce. — Fig. 36. Sporidies.

5. *Navicella Ulmi* H. Fab.

Perithecia sparsa, cortice duriori insidentia, semi-immersa aut ferè libera, globosa, rugosiuscula, atra; ostiolo lato, semi-circulari, basi constricto. Diam. 1/2-1^{mm}.

Ascos non vidi.

Sporidia navicularia, utrinquè obtusa, 5-7-septata, fuliginea; loculis ultimis dilutioribus. Long. 35-46, lat. 10.

In corticibus aridis ad basim truncorum *Ulmi campestris*. — Januario.

Fig. 37. Sporidies.

6. *Navicella Salicum* H. Fab.

Perithecia sparsa, nunc immersa, nunc ferè libera, globosa, rugosiuscula, atra; ostiolo compresso, dimidiam partem diametri perithecii æquante, lateribus parallelis, acie plerumquè curvulâ. Diam. 2/3-1^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, stipitati, 8-spori. Long. 175. Pars sporifera: long. 125, lat. 18.

Sporidia pallidè fusca, oblonga, utrinquè obtusa, 5-septata, rariùs 3-septata; loculis guttatis, ultimis concoloribus. Long. 30-40 lat. 10.

In corticibus annosis ad basim *Salicis albæ*. — Januario.

Fig. 38 Sporidies.

7. *Navicella Gaudefroyi* H. Fab.

Perithecia sparsa, ligno carioso semi-immersa, globoso-compressa, rugosa, atra; ostiolo lato, compresso, plerumquè irregulari. Diam. 1/2-1^{mm}

Asci subcylindracei, stipitati, 8-spori.

Sporidia obliquè monosticha, fusco-fulva, utrinque attenuata, 5-septata; loculis 1-magniguttatis, ultimis concoloribus. Long. 36-40, lat. 9-10.

Ad lignum cariosum in Salicibus cavis (*Salix alba*). — Autumno.

Fig. 39. Sporidies.

LOPHIDIUM Sacc.

Sporidia ellipsoidea, vel oblonga, septulis longitudinalibus prædita.

1. *Lophidium compressum* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 56.

Sporidia oblonga, utrinquè obtusa, fusco-fulva, 5-septata, rariùs 7-septata; septulis longitudinalibus 1-3. Long. 25-30, lat. 10.

Sphériacée triviale qui s'observe toute l'année sur une foule de végétaux ligneux desséchés, tels que : *Quercus Ilex, Quercus pubescens, Vitis vinifera, Lonicera etrusca, Cercis Siliquastrum, Rubus fruticosus, Punica Granatum, Genista Scorpius, Cornus sanguinea, Prunus spinosa, Spartium junceum, Pistacia Terebinthus, Syringa vulgaris, Amelanchier vulgaris, Coronilla Emerus.*

2. *Lophidium Santolinæ* H. Fab.

Perithecia sparsa, basi plus minùsve immersa, globosa, rugosiuscula, atra; ostiolo brevi, lato, compresso, acie curvâ. Diam. 2/3^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 100, lat. 15.

Sporidia subdisticha, oblongo-fusiformia, fusco-fulva, 7 et rariùs 5-septata; septulis longitudinalibus 1-2, vel nullis. Long. 30-35, lat. 7-8.

Ad lignum exsiccatum et decorticatum *Santolinæ Chamæcyparissi*. — Hyeme.

Fig. 40. Sporidies.

3. *Lophidium Populi* H. Fab.

Perithecia sparsa, cortice semi-immersa, conico-globosa, subtiliter granulosa, opaco-atra; ostiolo brevi, nunc compresso, nunc crassiusculo, papilliformi. Diam. 1/2-1^{mm}.

Asci cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 140-150, lat. 10-12.

Sporidia obliquè monosticha, oblongo-ellipsoidea, utrinquè ob-

tusa vel acutiuscula, medio paulò constricta, initio flava, dein fulvo-brunnea, 7-septata; loculis ultimis integris, aliis uno et aliquando 2-3 septulis longitudinalibus divisis. Long. 20-25, lat. 8-10.

Initio sporidia didyma sunt atque multiguttulata.

In cortice annoso ad basim *Populi nigræ* et *Populi albæ*. — Hyeme.

Fig. 41. Sporidies.

Si l'on ne tenait compte de l'ostiole, qui généralement est comprimé, mais parfois aussi papilliforme, cette espèce trouverait sa place dans le genre *Teichospora*, à cause de la configuration de ses sporidies.

4. *Lophidium aromaticum* H. Fab.

Perithecia sparsa, sphæroidea, atra, nunc maximâ parte libera, nunc ligno infixa et secundùm fibrarum longitudinem disposita, undè ad latera ut plurimùm compressiuscula; ostiolo lato, compresso, ellipticè perforato, rectangulari vel curvulo, in nonnullis autem papillam conoideam efformante. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci cylindracei, longè stipitati, 8-spori. Long. 125, sporidiis obliquis; et 150, sporidiis rectis. Lat. 10-12. Sporidiis maturis, ægrè inveniuntur asci.

Sporidia monosticha, oblonga, ellipsoidea, utrinquè obtusa, medio constrictula, initio flava, tandem brunnea, 7 et rarissimè 9-septata; plerisque loculis septulo longitudinali divisis. Long. 20-25, lat. 8-9.

Ad ramos exaridos et decorticatos variorum fruticum aromaticorum, sicut : *Thymus vulgaris*, *Lavandula Spica*, *Rosmarinus officinalis*, *Santolina Chamæcyparissus*. Pariter invenitur in sequentibus : *Genista Scorpius*, *Rhamnus infectorius*, *Jasminum fruticans*. — Per annum.

Les sporidies jaunes ont leurs loges guttulées. Parfois le périthèce est superficiel, et alors il n'est pas rare que l'ostiole soit déjeté latéralement. Se rapproche beaucoup de l'espèce précédente, dont elle diffère surtout par son support et ses sporidies, dont les loges sont divisées par une seule cloison longitudinale, tandis que les loges du *Lophidium Populi* en ont fréquemment deux et même trois. Sa place serait encore dans le genre *Teichospora*, s'il n'était tenu compte de l'ostiole, le plus souvent comprimé. — Fig. 42. Sporidies.

5. *Lophidium Spartii* H. Fab.

Perithecia sparsa, immersa, globosa, atra; ostiolo compresso, erumpente, rectangulari. Diam. 1/2^{mm}.

Asci cylindracei, stipitati, 8-spori. Long. 100, lat. 10-12.

Sporidia obliquè monosticha, oblonga, ellipsoidea, utrinquè obtusa, medio constricta, 4-5-septata, fusco-fulva; loculis 1-guttatis, plerisque septulo longitudinali divisis. Long. 22-30, lat. 8-10.

Ad ramos exsiccatos *Spartii juncei*. — Hyeme.

Fig. 43. Sporidies.

6. *Lophidium Scorpii* H. Fab.

Perithecia sparsa, ligno denudato insidentia, nunc immersa, ostiolo erumpente, nunc ferè libera, globosa, atra; ostiolo lato, compresso, basi constricto, acie curvâ. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci cylindracei, longè stipitati, 8-spori. Long. 80-100, lat. 9-10.

Sporidia monosticha, oblonga, utrinque rotundata, 3-septata, dilutè fulva; septulis longitudinalibus 1-2 vel nullis. Long. 15-20, lat. 7-8.

Ad ramos emortuos et decorticatos *Genistæ Scorpii*. — Hyeme.

Fig. 44. Sporidies.

7. *Lophidium ambiguum* H. Fab.

Perithecia gregaria, in cortice nidulantia, initio epidermide tecta, dein semi-denudata, globosa, atra; ostiolo brevi, crassiusculo, nunc cylindrico et poro pertuso, nunc compresso et rimâ fisso. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci clavati, 8-spori, alii modicè, alii longissimè et tenuè stipitati. Pars sporifera: long. 60-80, lat. 16.

Sporidia inordinata, ovato-oblonga, medio plerumquè constricta, flava, 7-septata; loculis septulo longitudinali divisis. Long. 22-27, lat. 9-11.

In ramis emortuis *Corni sanguineæ*. — Martio.

Ses sporidies ressemblent beaucoup à celles du *Lophidium Populi*, dont il se rapproche encore par son ostiole ambigu, tantôt papilliforme et tantôt comprimé; mais en diffère, ainsi que des autres congénères, principalement par la forme en massue des sporanges et par la disposition des sporidies qui sont disposées sans ordre.

ROSTRELLA H. Fab.

Sporidia rostro hyalino utroque polo prædita.

Rostrella ruscicola H. Fab.

Perithecia sparsa, in ligno nigrificato nidulantia, sphæroidea, ad latera compressa, atra; ostiolo erumpente, lato, compresso, rectangulari, secundùm rami longitudinem semper disposito. Diam. 1/4-1/3^{mm}.

Asci clavati, paraphysibus circumvallati, stipitati, 8-spori. Long. 110, lat. 14.

Sporidia imbricato-disticha, flava aut pallidè brunnea, oblonga, fusoidea, 5-septata, ad septa constrictula; loculis 1-2-guttatis. Appendiculum rostriforme dimidiam partem sporidii circà æquat. Long. sinè rostro 20-30, lat. 6-7.

Ad basim caulium emortuorum *Rusci aculeati*. — Hyeme.

L'appendice hyalin en forme de rostre qui termine la sporidie à chaque extrémité rapprocherait cette espèce du genre *Ceriospora* Niessl (*Notizen über neue und kritische Pyrenomyceten*, p. 9); mais l'ostiole large et comprimé en fait incontestablement une Lophiostomacée. D'ailleurs la présence des paraphyses et le cloisonnement multiple des sporidies ne permettent pas de la faire rentrer dans le genre *Ceriospora*, dont les paraphyses sont fugaces et dont les sporidies sont à une seule cloison, comme le *Ceriospora Dubyi* Niessl, ou bien à trois cloisons, comme le *Ceriospora xantha* Sacc. (*Fung. ital.*, fig. 188). — Fig. 45. Sporidies.

LOPHIOSTOMA Ces. et De Not. (*sensu strictiore*).

Sporidia colorata, oblonga vel fusoidea, 3-7-septata.

1. *Lophiostoma Stuartii* H. Fab.

Perithecia sparsa, nunc immersa, nunc ferè libera, globosa, rugosiuscula, atra; ostiolo erumpente, lato, compresso, acie curvâ. Diam. 1/2^{mm}.

Asci clavati, stipitati, 8-spori. Long. 100-125, lat. 12.

Sporidia subdisticha, fusiformia, utrinque obtusa, 5-7-septata, ad dissepimenta constrictula, præcipuè ad septum medium, flava, dein brunnea; loculis sæpè 1-2-guttulatis. Long. 25-30, lat. 7-8.

Ad ramos exaridos decorticatosque *Thymi vulgaris* et *Rosmarini officinalis*. — Hyeme.

Fig. 46. Sporidies.

2. *Lophiostoma caudatum* H. Fab.

Perithecia sparsa, ligno denudato plus minùsve insculpta, globoso-compressa; ostiolo lato, compresso, nunc rectangulari, nunc semi-circulari et basi constricto. Diam. 1/2^{mm}.

Asci clavati, stipitati, 8-spori. Long. 110, lat. 11.

Sporidia subdisticha, elongato-lacrymæformia, hinc crassiora, obtusa, illinc angustiora et in caudam conicam producta, 3-5-septata, flava aut pallidissimè fusca, ad septa constrictula; loculis 1-guttatis. Long. 30-35, lat. 5-6.

Ad caules exsiccatos denudatosque *Paliuri aculeati*. — Martio.

Par la forme de ses sporidies, cette Sphériacée rappelle le genre *Rebentischia* Karst., dont la dernière loge est hyaline et en forme de queue. —Fig. 47. Sporidies.

3. *Lophiostoma dacryosporum* H. Fab.

Perithecia sparsa, minuta, immersa, ovalia; ostiolo erumpente, lato, compresso, semi-circulari, secundùm longitudinem calami directo.

Asci cylindracei, 8-spori.

Sporidia obliquè monosticha, lacrymæformia, curvula, 5-septata, pallidissimè fuliginea, ferè hyalina; loculo imo in caudam producto, aliis 1-2-guttatis. Long. 24-30, lat. 6-8.

Ad calamos emortuos *Phragmitidis communis*. — Hyeme.

Parfois la sporidie présente six cloisons, la queue se divisant en deux loges. Se rapproche beaucoup de l'espèce précédente par la forme des sporidies; mais, outre la nature du support, les sporanges cylindriques et les sporidies disposées sur un seul rang, l'en distinguent d'une manière suffisante.

4. *Lophiostoma vagans* H. Fab.

Perithecia sparsa, rariùs gregaria, nunc corticem exaridum, nunc lignum denudatum et maculâ nigrâ latè effusâ conspurcatum incolentia, immersa aut semi-libera, globoso-conoidea vel sphæroidea, rugosiuscula, atra; ostiolo lato, compresso, rectangulari vel basi constricto et acie curvulo. Diam. 1/2-1/3^{mm}.

Asci clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 70-100, lat. 5-7.

Sporidia imbricato-disticha, fusoidea, curvula, initio hyalina, guttata, dein 5 et rariùs 3-septata, modò fulva, modò dilutè fusca; loculis ut plurimum 1-guttatis, sub-intermedio paulùm crassiori. Long. 18-25; lat. 5-7.

Ad caules et ramos varios. — Per annum.

Cette espèce, la plus commune des Sphériacées de notre région, s'établit de préférence sur le bois dénudé et noirci. On la trouve en abondance sur une foule de supports, tels que tiges et rameaux desséchés de : *Olea europea*, *Arbutus Unedo*, *Jasminum fruticans*, *Rhamnus infectorius*, *Rhamnus Alaternus*, *Pistacia Terebinthus*, *Quercus Ilex*, *Quercus coccifera*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus mas*, *Phillyrea media*, *Erica vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Lonicera etrusca*, *Rhus Cotinus*, *Odontites viscosa*, *Hypericum perforatum*, *Arundo Donax*, *Acer monspessulanum*. On l'observe encore sur le bois mort à l'intérieur des troncs caverneux, tels que ceux de l'Olivier. S'il était nécessaire d'établir combien peu la nature du support doit généralement être prise en considération quand il faut déterminer une Sphériacée, on en aurait ici un exemple frappant. L'examen le plus attentif n'a pu nous convaincre de la multiplicité spécifique, malgré la multiplicité si variée des supports. Quelques légères différences de dimensions et de teintes, c'est tout ce que le microscope peut constater.

Nous donnons deux dessins de ces légères variétés : l'un (fig. 48) a rapport au *Lophiostoma vagans* venu sur l'*Hypericum tetrapterum;* l'autre (fig. 49) concerne le *Lophiostoma vagans* observé sur tiges pourries de l'*Arundo Donax*.

5. *Lophiostoma Characias* H. Fab.

Perithecia latè sparsa, ligno denudato nigrificatoque immersa, globoso-compressa, atra, minuta; ostiolo erumpente, lato, compresso, rectangulari. Diam. 1/5^{mm}.

Asci clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 100, lat. 15.

Sporidia obliquè-subdisticha, oblonga, utrinque conoidea, 2-septata, rariùs 4-5 septata, ad septa vix constricta, recta vel curvula, flava; loculis 1-guttatis, aut sinè guttulis. Long. 22-25, lat. 6.

Ad caules decorticatos et exsiccatos *Euphorbiæ Characias*. — Februario.

Fig. 50. Sporidies.

6. *Lophiostoma Syringæ* H. Fab.

Perithecia ligno denudato et nigrificato immersa, series rectas secundum ligni fibrarum longitudinem ut plurimùm efformantia,

globoso-compressa, atra; ostiolo lato, compresso, rectangulari, longitudini ramorum parallelim disposito. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci clavati, brevè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 80-100, lat. 12.

Sporidia sursùm disticha, deorsùm monosticha, oblongo-fusoidea, utrinquè obtusa, plerumquè curvula, luteola, 3-septata, ad septa constrictula; loculis 1-magniguttatis, altero intermedio paulùm crassiori. Senio fuliginea fiunt, guttulasque amittunt. Long. 22-27, lat. 8-9.

Ad ramos deciduos et putrescentes *Syringæ vulgaris.* — Julio.

Fig. 51. Sporidies.

7. *Lophiostoma Juniperi* H. Fab.

Perithecia densè gregaria, in cortice interiore nidulantia, subglobosa, atra; ostiolo lato, compresso, rectangulari, per epidermidem fissam erumpente. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, stipitati, 8-spori. Long. 90-10, lat. 12.

Sporidia obliquè monosticha, oblonga, utrinquè obtusa, 3-septata, ad septa constrictula, flava; loculis 1-guttatis. Long. 17, lat. 5.

Ad corticem ramorum et caulium *Juniperi communis.* — Hyeme.

Fig. 52. Sporidies.

8. *Lophiostoma fallax* H. Fab.

Perithecia sparsa, vel conferta, ligno decorticato et nigrificato plùs minùsve insculpta, globoso-compressiuscula; ostiolo parvulo, nunc compresso, lato, rectangulari, nunc conoideo, papillato. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci clavati, 8-spori. Pars sporifera : long. 100, lat. 10.

Sporidia disticha, oblonga, 3-septata, rariùs 4-septata, ad dissepimenta constrictula, clavata, hinc obtusa, crassiora, illinc conica, angustiora, pallidè fuliginea; loculis 1-guttatis. Long. 25, lat. 6.

Ad caules denudatos et nigrificatos *Syringæ vulgaris* et *Cratægi Oxyacanthæ.* — Martio.

Par la forme et les dimensions de ses sporidies, cette espèce paraîtrait devoir se confondre avec le *Lophiostoma rhopaloides* Sacc. (*Fung. ital.* fig. 237, et *Mich.* I, p. 43); mais l'ostiole aussi souvent papilliforme qu'étalé en lame, et les sporidies disposées sur deux rangs, tandis qu'elles

sont sur un seul rang dans l'espèce de Saccardo, nous portent à la considérer comme distincte. — Fig. 53. Sporidies.

9. *Lophiostoma Requienii* H. Fab.

Perithecia sparsa, epidermide primùm tecta, ostiolis tantùm modò emergentibus, dein denudata, cortice plus minùsve infixa, globosa, atra; ostiolo lato, compresso. Diam. 1/2-2/3mm.

Asci cylindracei, stipitati, 8-spori. Long. 60-75, lat. 20.

Sporidia obliquè monosticha, oblonga, obtusa, 3-septata, ad septa vix constricta, fulva; loculis 1-guttulatis. Long. 21, lat. 6-7.

Ad ramos exsiccatos *Cratægi Oxyacanthæ*. — Hyeme.

Serait-ce le *Lophiostoma quadrinucleatum* Karst.? Nous en doutons, car la figure qu'en donne Saccardo (*Fung. ital.*, fig. 222) ne rend pas bien les sporidies du *Lophiostoma* trouvé par nous sur l'Aubépine. D'ailleurs, d'après le témoignage de Karsten et d'après celui de Saccardo, le *Lophiostoma quadrinucleatum* vient sur le bois dénudé et noirci, tandis que le nôtre s'établit exclusivement sur l'écorce, diversité d'habitat que nous avons trouvée jusqu'ici assez caractéristique. D'autre part, Karsten (*Myc. fenn.* p. 85) dit du *L. quadrinucleatum: « sporæ distichæ »*; et dans le *L. Requienii* les sporidies sont sur un seul rang. Il est vrai que la figure de Saccardo donne deux sporanges, l'un à sporidies sur un seul rang, et l'autre à sporidies sur deux rangs. Jusqu'à plus ample informé, nous maintenons donc le *Lophiostoma Requienii*. — Fig. 54. Sporidies.

10. *Lophiostoma Arundinis* Fries (*Sphæria*).

Sporidia disticha, fulva, fusoidea, 5-septata. Long. 30-45, lat. 7-8.

Ad calamos emortuos *Phragmitidis communis*. — Autumno.

Fuckel (*Symb. myc.* p. 156) décrit les sporidies comme hyalines; nous les avons vues fauves.

LOPHIOTREMA Sacc.

Sporidia oblonga vel fusoidea, 3-5-septata, hyalina, in nonnullis speciebus extra ascos fuliginea sive senio, sive maturitate.

1. *Lophiotrema Thymi* H. Fab.

Perithecia sparsa, ligno denudato semi-immersa, globosa, rugo-

siuscula, atra; ostiolo brevi, nunc papillato, nunc compresso. Senio collapsæ, sphærulæ umbilicatæ fiunt. Diam. 1/3^{mm}.

Asci clavati, brevè stipitati, 8-spori.

Sporidia subdisticha, fusoidea, recta vel curvula, hyalina, 3 septata. Long. 38-42, lat. 7-8.

Ad caules exaridos denudatosque *Thymi vulgaris*. — Hyeme.

Fig. 55. Sporidies.

2. *Lophiotrema viticola* Sacc. *Fung. ital.* fig. 244.

Ad sarmenta exarida *Vitis*. — Decembri.

Outre les sporidies hyalines contenues dans les sporanges, on en voit quelques autres en petit nombre, d'un brun très clair et dont les sporanges sont détruits.

3. *Lophiotrema Coryli* H. Fab.

Perithecia gregaria, sub epidermide nidulantia, globosa, atra; ostiolo erumpente, brevi, nunc conoideo, nunc lato, compresso, latitudinem perithecii ferè æquante, rectangulari vel basi constricto et semi-circulari. Diam. 1/4^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, brevissimè et abruptè stipitati, 8-spori. Long. 80-90, lat. 7-8.

Sporidia disticha, fusiformia, recta vel curvula, initio hyalina, 6-guttata, medio septata, dein matura 5-septata, fuscella; loculis 1-guttatis vel non. Long. 30-35, lat. 4-5.

Sub epidermide ramorum exsiccatorum *Coryli Avellanæ*. — Martio.

Encore un exemple d'une Lophiostomacée à ostiole variable, tantôt papilliforme et tantôt comprimé. — Fig. 56. Sporidies.

4. *Lophiotrema Artemisiæ* H. Fab.

Perithecia sparsa, corticem laciniatum et nigrificatum incolentia, immersa vel semi-nuda, globoso-compressa, atra; ostiolo lato, compresso, rectangulari vel curvulo, dimidium perithecii diametrum æquante. Diam. 2/3^{mm}.

Asci clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 100-125, lat. 10-15.

Sporidia imbricato-disticha, cylindraceo-fusiformia, utrinquè obtusa, recta vel curvula, initio hyalina, 3-septata, loculis 1-guttatis, dein fusca, 3 et rariùs 4-5-septata, loculis absque guttulis. Long. 30-45, lat. 5-7.

Ad caules emortuos *Artemisiæ campestris.* — Hyeme.

Fig. 57. Sporidies.

5. *Lophiotrema glandium* H. Fab.

Perithecia sparsa, minima, globosa, atra, primùm epidermide tecta, tandem superficialia; ostiolo lato, compresso, prominulo.

Asci cylindraceo-clavati, stipitati, 8-spori. Long. 45-50, lat. 9-10.

Sporidia subdisticha, lanceolata, hyalina, 3-4-guttulata, seu obscurè 3-septata. Long. 18-20, lat. 5.

Ad glandes putrescentes *Quercûs Ilicis.* — Hyeme.

Fig. 58. Sporidies.

VERLOTIA H. Fab.

Perithecia densè acervulata. Asci 8-spori, paraphysibus circumvallati. Sporidia fusiformia, multiseptata; loculo medio crassiori, ventricoso, colorato, cæteris hyalinis.

Verlotia Helichrysi H. Fab.

Perithecia superficialia, densè acervulata, rarissimè solitaria, lignum denudatum in rimis corticis incolentia, sphæroidea, cartilaginea, ostiolo nunc papillato, nunc inconspicuo. Diam. 1/2-2/3^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, 8-spori, brevè stipitati. Long. 150-160, lat. 16.

Sporidia imbricato-subdisticha, elongata, fusiformia, plerumquè curvula, 6-8-septata; loculo medio crassiori, ventricoso, fulvo, granuloso, tertiam partem sporidii circiter æquante; cæteris hyalinis, pluriguttatis. Long. 54-58, lat. 9-10.

Ad ramos emortuos *Helichrysi Stœchadis.* — Julio (Sérignan).

Fig. 59. Sporidies.

Par la forme singulière et les dimensions de ses sporidies, cette Sphériacée rappelle le *Sphæria obæsa* Dur. et Mtgn. *Flor. Alg.* 52, t. XXVII, fig. 3. Cette dernière, observée en Afrique sur le *Scabiosa urceolata*, a été retrouvée en Italie par Saccardo sur l'*Eupatorium cannabinum*. L'auteur italien en fait le *Leptosphæria obæsa* (*Mich.* I, p. 38, et *Fung. ital.* fig. 284). Mais la Sphériacée de l'Hélichryse ne peut en aucune manière, à cause de ses périthèces rassemblés en groupes nombreux, se rapporter au genre *Leptosphæria.* D'autre part, la coloration des sporidies et la forme des périthèces, qui sont globuleux au lieu d'être déprimés, ombi-

liqués et largement perforés (*peritheciis globoso-depressis, tandem umbilicatis, latè pertusis*, Mtgn. *Syll.*, p. 238), ne permettent pas de confondre l'espèce de l'Hélichryse avec l'espèce de la Scabieuse et de l'Eupatoire. Nous la proposons comme type du genre *Verlotia*, en l'honneur de notre excellent ami M. Verlot, chef de l'école botanique au Muséum.

Sect. VI. — SCOLICOSPORÆ Sacc.

Sporidia vermicularia v. bacillaria v. filiformia, sæpè asci longitudine septulata, v. guttulata, hyalina.

A. — Simplices.

a. Tectæ.

Rhaphidophora Fries.

b. Superficiales.

Lœsiosphœria Ces. et De Not.

B. — Stromaticæ.

Cryptospora Tul.

RHAPHIDOPHORA Fries.

1. *Raphidophora Terebinthi* H. Fab.

Perithecia sparsa, nunc cortice immersa, nunc superficialia et lignum denudatum incolentia, globosa, atra, in ostiolum acutè conicum producta. Diam. 1^{mm} vel minùs.

Asci angustè cylindracei, brevè stipitati, 8-spori. Long. 175-200, lat. 12-15.

Sporidia angustissimè cylindracea, asci longitudine, hyalina, guttulis globosis, numerosissimis, in seriem unicam dispositis, feta. Lat. 3.

Ad ramos emortuos *Pistaciœ Terebinthi*. — Hyeme.

2. *Raphidophora Characias* H. Fab.

Perithecia gregaria, sub epidermide nidulantia, globosa, atra, 1^{mm} ferè lata; ostiolis erumpentibus, brevibus, cylindraceis, crassis, umbilicato-perforatis.

Asci angustè cylindracei, subsessiles, 8-spori. Long. 160-200, lat. 8-10.

Sporidia angustissimè cylindracea, asci longitudine, hyalina, septata guttulataque. Lat. 1 1/2-2.

Ad caules exsiccatos *Euphorbiæ Characias* rarissimè invenitur. — Hyeme.

LASIOSPHÆRIA Ces. et De Not.

Lasiosphæria Stipæ H. Fab.

Perithecia conferta, sparsave, semi-immersa, globosa, atra, subiculo byssino fusco-purpureo, latè effuso cincta atque basi tecta; rostro brevi, crasso, cylindrico, apice umbilicato et sæpè purpureo. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 75, lat. 12-15.

Sporidia farcta, plerumque fasciculata, longè fusiformia, 3-5-septata, guttulata granulosaque, dilutissimè flava. Long. 45-60, lat. 4.

Ad basim foliorum semi-putrescentium *Stipæ pennatæ*. — Augusto. Mont Ventoux.

Fig. 60. Sporidies.

CRYPTOSPORA Tul.

Cryptospora suffusa Fries (*Sphæria*) *Syst. myc.* p. 399.

Ad ramos exsiccatos *Alni glutinosæ*.

Sect. VII. — DICTYOSPORÆ Sacc.

Sporidia ovoidea, oblonga v. subfusoidea, transversè et longitudinaliter septata (muriformia), fusca, rariùs hyalina.

A. — Simplices.

a. Nudæ.

Teichospora Fckl.

Decaisnella H. Fab. Sporidia magna densè fenestrata.

b. Tectæ.

Julella H. Fab. Asci bispori! Sporidia hyalina, magna, densè clathrato-reticulata.

Pleospora Rabh.

Delacourea H. Fab. Sporidia strato hyalino et utroque polo in rostrum producto obvoluta.

B. — COMPOSITÆ.

Cucurbitaria Gray.

TEICHOSPORA Fckl.

1. *Teichospora Emilii* H. Fab.

Perithecia nunc sparsa, nunc densè conferta, in ligno denudato, exarido, ut plurimùm pulvisculâ niveâ obtecto semi-insculpta, initio sphæroidea, papillâ sat crassâ prædita, tandem collapsa et umbilicata. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci cylindracei, brevissimè stipitati, 8-spori.

Sporidia obliquè monosticha, pallidè fuliginea, medio constrictula, alterâ dimidiâ parte paululùm crassiori, 3 et rariùs 5-7-septata, cum septulis longitudinalibus. Long. 15-18, lat. 7-8.

Ad lignum exaridum in stipite cavâ *Mori albæ*. — Aprili.

La forme et les dimensions des sporidies la rapprocheraient du *Teichospora trabicola* Fckl, mais les périthèces ombiliqués l'en séparent nettement. Cette forme ombiliquée se retrouve dans le *Teichospora patellarioides* Sacc., et le *Teichospora pezizoides* Sacc. (*Fung. ital.*, fig. 317 et 318), sans que les sporidies, différentes d'aspect et de dimensions, puissent faire réunir la Sphériacée des Mûriers caverneux, soit avec l'une, soit avec l'autre des deux espèces italiennes.

La couleur blanche du support n'est nullement un effet du *Teichospora Emilii*, car on observe celui-ci, assez rarement, il est vrai, sur du bois de Mûrier dont la coloration est naturelle. — Fig. 61. Sporidies.

2. *Teichospora Artemisiæ* H. Fab.

Perithecia sparsa, superficialia, ligno denudato nigrificatoque insidentia, cartilaginea, atra, primùm sphæroidea, deindè vertice collapso patelliformia, papillulata. Diam. 1/2^{mm}.

Asci cylindracei, brevè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 135, lat. 11.

Sporidia obliquè monosticha, oblongo-ovata, medio constrictula, alterâ dimidiâ parte paululùm crassiori, rufo-fusca, 3-5-7-septata, loculis plerisque septulo longitudinali divisis. Long. 22-24, lat. 9.

Ad caules exsiccatos *Artemisiæ campestris*. — Julio.

Fig. 62. Sporidies.

3. *Teichospora Helichrysi* H. Fab.

Perithecia sparsa, superficialia, ligno denudato et nigrificato insidentia, cartilaginea, atra, initio sphæroidea, demùm, centro collapso, umbilicata et papillulata. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci cylindracei, brevè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 112, lat. 11.

Sporidia obliquè monosticha, irregulariter ovata, flavo-fusca, 3 et rariùs 4-5-septata, medio constrictula, cum 1-2 et ultrà sep tulis longitudinalibus. Long. 18, lat. 9.

Ad caules emortuos *Helichrysi Stœchadis.* — Julio.

Voisine des deux espèces précédentes par ses périthèces à la fois largement ombiliqués et papillulés au centre, elle s'en distingue nettement par ses sporidies, de même qu'elle se sépare du *T. patellarioides* et du *T. pezizoides* Sacc. — Fig. 63. Sporidies.

DECAISNELLA H. Fab.

Perithecia simplicia, nuda. Sporidia magna, crebrè fenestrata. Asci 8-spori vel 4-spori.

Inclyto professori J. Decaisne genus dicatum.

Decaisnella spectabilis H. Fab.

Perithecia basi ligno exarido plus minùsve insculpta, sparsa, nunc solitaria, nunc 2-3 inter se coalescentia, globoso-conoidea, ad latera compressiuscula, rugosa, quandoquè exasperata, opaco-atra, modò papillata, papillâ brevi et egregiè nitidâ, modò vertice obsoletè umbilicata. Diam. 1-2^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, longè et crassè stipitati, 8-spori. Long. 180, lat. 18-20. In aliis, asci cylindracei, brevissimè et crassè stipitati, 4-spori. Long. 110-120, lat. 16.

Sporidia 4-na obliquè aut rectè monosticha; sporidia 8-na sursùm subdisticha, deorsùm monosticha; ambo oblonga, utrinquè rotundata, quandoquè oblongo-ovoidea et subinæquilateralia, initio hyalina, granulosaque, dein lutea, 3-7-septata; tandem rufo-brunnea, 7-11-septata, septulisque longitudinalibus crebrè fenestrata. Long. 32-45, lat. 11-14.

Ad lignum exaridum in *Oleis* et *Moris* cavis. — Julio. Sérignan.

Fig. 64. Sporidies.

Le genre que nous proposons au sujet de cette magnifique Sphériacée

doit prendre rang à proximité du genre *Teichospora*, dont il diffère par l'ampleur des sporidies et leur texture densément treillissée. Quelques Lophiostomacées, notamment le *Lophidium thyrioides* Sacc. (*Fung. ital.* fig. 357, et *Michel.* p. 412), ont des sporidies assez analogues de forme; mais le *Decaisnella spectabilis* ne possède nullement l'ostiole caractéristique des Lophiostomacées.

JULELLA H. Fab.

Perithecia simplicia, immersa; asci bispori! Sporidia magna, clathrato-reticulata.

Tandis que les autres Sphériacées contiennent huit sporidies par sporange, ou tout au moins quatre, l'espèce qui me sert de type pour ce genre, par une exception bien remarquable, n'en contient constamment que deux. En outre, ses sporidies frappent l'attention par leur ampleur et leur contexture treillissée. J'attache à ce genre, si exceptionnel, le nom de mon fils Jules, mon perspicace collaborateur dans la recherche de ces végétaux microscopiques, et ravi si jeune à son amour passionné de la plante et de l'insecte.

Julella Buxi H. Fab.

Perithecia latè sparsa, cortici nidulantia, globoso-depressa, atra, papillulata, epidermidem in pustulam atro-cæsiam, scutiformem, 1^{mm} et ultrà longam, vertice tandem poro perforatam, inflantia. Diam. $1/4^{mm}$ circiter.

Asci ampli, abruptè stipitati, bispori! Long. 165, lat. 25.

Sporidia grandia, elliptica, crebrè clathrato-reticulata, dilutissimè flava, hyalinave. Long. 70, lat. 25.

Paraphyses filiformes, ascis multò longiores. Long. 250.

Ad ramos languescentes *Buxi sempervirentis*. Per annum. — Avignon, Orange, Sérignan.

Dans une sporidie, je compte environ 16 assises de cellules à peu près rectangulaires, et 6 rangées longitudinales, ce qui porte à une centaine le nombre des mailles du réseau. La longueur du sac occupé par les sporidies mesure 130 micromillimètres, et le pédicule seul 35.

Vient aussi, mais plus rarement, sur le bois mort et décortiqué du Buis, sous forme de tubercules noirs, allongés, elliptiques, percés au sommet d'un pore, et superposés chacun à un périthèce rond, enchâssé dans le bois et dont le diamètre ne fait guère que le cinquième de l'espèce

de bouclier qui le recouvre. Ces tubercules ont pour dimensions moyennes : long. 1 1/2^{m}, larg. 1/2^{mm}.

Fig. 65. Un sporange et ses deux sporidies (grossi 600 fois).

PLEOSPORA Rabh.

1. *Pleospora herbarum* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 78.

Ad caules exaridos sequentium : *Cirsium lanceolatum*, *Euphorbia Characias*, *Melilotus officinalis*.

2. *Pleospora socialis* Nssl, *Notizen*, p. 26.

Ad caules exsiccatos *Allii Cepæ*.

3. *Pleospora vulgaris* Nssl, *Notizen*, p. 26.

Ad caules emortuos *Eryngii campestris* et *Solani tuberosi*.

4. *Pleospora Salsolæ* Fckl, *Symb. myc.* p. 131.

Ad caules exaridos *Salsolæ Kali*.

5. *Pleospora Ephedræ* H. Fab.

Perithecia subepidermica, dein epidermide destructâ libera, sparsa, nonnullave confluentia, globosa, atra, rugosiuscula ; ostiolo brevi, crasso, cylindrico. Diam. 3/4^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, longè stipitati, 8-spori. Long. 150-200, lat. 15-20.

Sporidia inordinata, vel submonosticha, oblongo-lanceolata, 7-9-septata et muriformia, medio constrictula, initio flava, dein fusca. Long. 32-40, lat. 11-14.

Ad ramos emortuos *Ephedræ helveticæ*. Januario. — Orange.

Fig. 66. Sporidies.

DELACOUREA H. Fab.

Perithecia simplicia, initio tecta. Sporidia pluriseptata, septulis longitudinalibus nonnullis prædita, strato hyalino in appendiculum cornutum utrâque extremâ parte producto obvoluta.

Cette coupe générique, à laquelle nous rattachons le nom de notre

excellent ami Th. Delacour, membre de la Société botanique de France, rappelle un peu, par le rostre hyalin terminant de part et d'autre la sporidie, le genre *Ceriospora* de Niessl (*Notizen*, etc. p. 9); mais la structure interne des sporidies n'est nullement la même.

Delacourea insignis H. Fab.

Perithecia latè sparsa, rariùs nonnulla confluentia, primò epidermide tecta, ostiolo erumpente, postea, epidermide destructâ, basi ligno insculpta vel omninò libera; globosa, atra, tenuissimè rugosa; ostiolo papillato, prominulo. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci paraphysibus circumvallati, clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 80-95, lat. 15.

Sporidia subdisticha, oblonga, utrinquè curvula, 5-7-septata, plerumquè cum 2-3 septulis longitudinalibus, flava; loculis ut plurimùm guttulatis. Hyalinum rostrum utriusque poli dimidiam partem sporidii superat. Long. sine rostris 25, lat. 6-7.

Ad ramos exsiccatos *Genistæ Scorpii*, hyeme semel invenimus. — Orange.

Fig. 67. Sporidies.

CUCURBITARIA Gray.

1. *Cucurbitaria elongata* Fries (*Sphæria*), *Syst. myc.* II, p. 422.

Frequentissima ad ramos exsiccatos *Robiniæ Pseudacaciæ*.

Quelques auteurs, notamment Saccardo, ont considéré comme spécifiquement distinct le *Cucurbitaria* qui croît sur le *Coronilla Emerus*. L'examen comparatif des spores ne nous a pas montré des différences qui puissent être prises en sérieuse considération. Nous réunissons donc au *Cucurbitaria elongata* la Sphériacée de la Coronille. Nous en faisons de même pour les *Cucurbitaria* observés par nous sur diverses Légumineuses frutescentes, telles que : *Cytisus sessilifolius, Coronilla minima, Spartium junceum, Genista Scorpius, Genista cinerea, Dorycnium suffruticosum*. Nous avons enfin observé identiquement la même espèce sur l'*Ephedra helvetica*, ce qui prouverait encore une fois, s'il en était besoin, combien peu la nature du support doit être prise en considération pour la détermination spécifique des Sphériacées. Dans tous les cas, les sporidies ont les caractères suivants :

Sporidia oblonga, utrinquè obtusa, medio constrictula, 3-5 *et rariùs* 7-*septata, cum septulis longitudinalibus* 1-3, *dilutè fulvo-brunnea*. Long. 20-30, lat. 8-11.

2. *Cucurbitaria Laburni* Pers. (*Sphæria*), *Syn. Fung.* p. 50.

Ad caules exsiccatos *Cytisi Laburni*, in monte Ventoso.

3. *Cucubitaria naucosa* Fries (*Sphæria*), *Syst. myc.* p. 416.

Ad ramos emortuos *Ulmi campestris.*

4. *Cucurbitaria Ligustri* H. Fab.

Perithecia superficialia, densissimè gregaria, lignum decorticatum et nigrificatum incolentia, rugosa, atra, sphæroideo-conica, ostiolo vel nullo, vel brevi et crasso. Diam. 1/3-1/2^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, stipitati, 8-spori. Long. 135; lat. 13. Pars sporifera, long. 112.

Sporidia monosticha, ellipsoidea, utrinquè obtusa, 3-5-septata, medio constrictula, luteolo-fuscula; loculis plerisque septulo longitudinali divisis. Long. 20-22, lat. 10-12.

Ad lignum decorticatum *Ligustri vulgaris.* — Junio.

Le support habituel en est le bois mort, dans les parties des rameaux qui ont été dénudées par leur mutuelle friction. Avoisine le genre *Teichospora*, où serait sa place, si les périthèces étaient isolés au lieu d'être groupés en amas. — Fig.68. Sporidies.

5. *Cucurbitaria pulchella* H. Fab.

Perithecia superficialia, minuta, numerosissima, densissimè conferta, ligno exarido denudatoque insidentia, conico-globosa, nitido-atra, vertice poro pertusa, è subiculo opaco-atro, flocculoso oriunda. Diam. 1/4^{mm}.

Asci cylindraceo-clavati, brevè stipitati, 8-spori. Long. 90-100, lat. 10-12.

Sporidia submonosticha, oblonga, utrinquè obtusa, hinc crassiora, rotundata, illinc angustiora, conica, 3-septata, plerumquè cum 1-2 septulis longitudinalibus, ad septa constrictula, pallidè lutea vel fuscula; loculis guttulatis aut non. Long. 15-20, lat. 6-7.

In ligno exarido sequentium : *Paliurus aculeatus*, *Quercus pubescens*, *Spartium junceum*, *Ulmus campestris*, *Rhamnus Alaternus.*

Son habitat le plus fréquent est la section transversale des souches mortes du *Paliurus aculeatus*. Le subiculum noir et tomenteux n'est bien visible qu'à la loupe et disparaît tôt ou tard. — Fig. 69. Sporidies.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Toutes les sporidies sont grossies 1000 fois en diamètre, à l'exception des nos 34, 35 et 65, dont le grossissement n'est que de 600 fois.

PLANCHE 1.

Figures.

1. Urospora Cocciferæ.
2. Diaporthe Dorycnii.
3. Diaporthe rhynchophora, périthèces grossis 20 fois.
4. Diaporthe rhynchophora, sporidies.
5. Rosellinia Delacourei.

Figures.

6. Rosellinia Buxi.
7. Rosellinia Julii.
8. Rosellinia Gaudefroyi.
9. Rosellinia etrusca.
10. Rosellinia arausiaca.
11. Anthostomella Smilacis.
12. Anthostomella Paliuri.

PLANCHE 2.

13. Didymosphæria Rhamni.
14. Didymosphæria Oxycedri.
15. Didymosphæria Syringæ.
16. Amphisphæria Emiliana.
17. Amphisphæria inæqualis.
18. Rhynchostoma Julii, périthèces grossis 10 fois.
19. Rhynchostoma Julii, sporidies non mûres.
20. Rhynchostoma Julii, sporidies mûres.
21. Massaria Antoniæ.
22. Rebentischia Typhæ.

PLANCHE 3.

25. Leptosphæria Emiliana.
26. Melanomma Minervæ.
27. Melanomma Julii.
28. Melanomma Mori.
29. Melanomma Requienii.
30. Melanomma Hippophaes.
31. Ohleria Ulmi.
32. Trematosphæria errabunda.
33. Bertia parasitica.
34. Stuartella formosa.
35. Navicella Julii.
36. Navicella elegans.

PLANCHE 4.

37. Navicella Ulmi.
38. Navicella Salicum.
39. Navicella Gaudefroyi.
40. Lophidium Santolinæ.
41. Lophidium Populi.
42. Lophidium aromaticum.
43. Lophidium Spartii.
44. Lophidium Scorpii.
45. Rostrella ruscicola.
46. Lophiostoma Stuartii.
47. Lophiostoma caudatum.
48. Lophiostoma vagans, sur *Hypericum tetrapterum*.

PLANCHE 5.

Figures.
49. Lophiostoma vagans, sur *Arundo Donax.*
50. Lophiostoma Characias.
51. Lophiostoma Syringæ.
52. Lophiostoma Juniperi.
53. Lophiostoma fallax.

Figures.
54. Lophiostoma Requienii.
55. Lophiotrema Thymi.
56. Lophiotrema Coryli.
57. Lophiotrema Artemisiæ.
58. Lophiotrema glandium.

PLANCHE 6.

59. Verlotia Helichrysi.
60. Lasiosphæria Stipæ.
61. Teichospora Emilii.
62. Teichospora Artemisiæ.
63. Teichospora Helichrysi.
64. Decaisnella spectabilis.
65. Julella Buxi.
66. Pleospora Ephedræ.
67. Dalacourea insignis.
68. Cucurbitaria Ligustri.
69. Cucurbitaria pulchella.

CONSIDÉRATIONS

SUR

L'ORIGINE DE LA FLORE ALPINE EUROPÉENNE

Par M. John BALL, F. R. S. (1).

Toute découverte dans la science est un acheminement vers de nouvelles découvertes; tout accroissement du savoir humain ouvre au philosophe de nouveaux aperçus dans un champ qui paraît sans limites, et provoque des recherches nouvelles. La géographie botanique, qui n'a eu d'abord d'autre objet que de nous présenter le poétique tableau de la distribution des plantes sur le globe, soulève aujourd'hui d'énormes problèmes. On ne se contente plus de savoir que telle flore occupe telle région de la surface de la terre, on veut savoir pourquoi elle s'y trouve. Fille légitime du sol, l'habite-t-elle depuis sa première apparition dans la nature, ou bien n'est-elle qu'une étrangère que des circonstances inconnues ont chassée de sa patrie première? Et si cette flore n'est pas autochthone là où nous la voyons aujourd'hui, d'où et quand y est-elle venue, et quelles causes ont déterminé sa migration? Telles sont les questions que s'adressent d'éminents botanistes, questions enveloppées d'obscurité, où les faits se prêtent aux interprétations les plus diverses et où l'hypothèse vient souvent remplacer l'observation. C'est ainsi, d'ailleurs, que procèdent toutes les sciences de la nature; elles tâtonnent d'abord dans d'épaisses ténèbres, cheminant au hasard et accumulant théories sur théories; mais après une période d'hésitations plus ou moins longue, tout à coup le jour se fait; la loi des phénomènes se dégage; les matériaux accumulés et restés jusque-là sans liaison apparente s'agrègent suivant leurs véritables affinités, et il en résulte un tout harmonique, un corps de doctrine qui satisfait pleinement l'esprit.

(1) Conférence faite dans la séance de la Société royale de géographie du 9 juin 1879.

C'est la période de certitude, le terrain solide qui permettra de faire de nouveaux pas en avant.

Tel est l'état actuel de la science paléontologique, science déjà avancée sans doute, mais encore vacillante dans ses conclusions dernières. En ce qui concerne le Règne végétal, nous avons déjà pris connaissance, dans les *Annales des sciences naturelles*, des efforts tentés par MM. J. Hooker, Asa Gray et Ch. Sargent pour remonter dans le passé de la végétation du globe. Il y aurait injustice à ne pas reconnaître que ces remarquables travaux ont été inspirés, au moins en partie, par ceux de l'illustre Darwin. La théorie de l'évolution, dégagée de celle du transformisme, se prête en effet à l'explication de nombreux phénomènes qui, sans elle, seraient incompréhensibles. A quel avenir cette théorie est-elle destinée ? C'est ce qu'il serait prématuré de décider en ce moment, mais on peut supposer avec quelque vraisemblance qu'elle sera de plus en plus confirmée dans ses lignes principales par le progrès graduel de la science. Ici, d'ailleurs, toutes les questions sont encore ouvertes ; les faits sur lesquels s'appuie la théorie évolutionniste ne sont qu'une faible partie de ce qu'il nous reste à apprendre, et c'est aux naturalistes futurs de prononcer le dernier mot. En attendant, enregistrons les recherches qui se font dans cette voie, mais tenons-nous dans cette sage réserve, dans ce doute philosophique de l'école cartésienne, qui est le plus sûr garant contre les entraînements de l'imagination.

Nous avons à faire connaître aujourd'hui les idées d'un éminent botaniste anglais, M. John Ball, sur l'origine de la flore alpine de l'Europe. Sans nous astreindre à reproduire littéralement les termes du discours dans lequel il les a présentées aux savants membres de la Société royale, nous ferons nos efforts pour en rendre exactement le sens, laissant aux lecteurs de cette Note toute liberté pour accepter ou rejeter les conclusions de l'auteur.

CH. NAUDIN.

« Personne n'ignore que, dans la seconde moitié de ce siècle, une révolution scientifique s'est accomplie, dont les conséquences seront peut-être plus durables que celles des grands événements politiques qui ont eu lieu en même temps. L'ordre actuel de la nature, qui jadis nous apparaissait comme un fragment détaché du Cosmos, fait aujourd'hui manifestement partie d'une longue série de phénomènes dont les racines plongent dans un lointain passé. L'histoire de notre planète et celle des formes que la vie y revêt se présentent à l'esprit comme un tout continu, gouverné par des lois qui n'ont jamais cessé d'agir depuis une époque si reculée, que l'imagination s'effraye d'en contempler l'éloignement. Cependant, quelque faibles que soient nos ressources pour retracer la séquence des phénomènes, par suite de notre connaissance imparfaite des lois qui les régissent, on ne tient plus pour téméraire une telle entreprise, et plusieurs hommes de science, engagés dans des voies différentes, travaillent à rattacher l'histoire du présent à celle du passé, c'est-à-dire aux conditions dans lesquelles notre planète se trouvait à ces époques si éloignée de nous.

» Une vive passion pour les paysages de montagnes m'a entraîné de bonne heure à parcourir les Alpes, les Carpathes, les Pyrénées, les montagnes du midi de l'Espagne et d'autres encore, sans parler de celles de nos îles Britanniques. En y récoltant des plantes, il m'était impossible de n'être pas frappé tout à la fois des ressemblances et des contrastes offerts par leurs flores respectives, et de ne pas chercher à m'en rendre compte. Il y a plus de vingt ans que je dresse des tableaux de la flore alpine, pour déterminer la distribution de chaque espèce sur la chaîne des Alpes et sur les autres montagnes de l'Europe. Comme les versants méridionaux de la chaîne principale possèdent la flore la plus riche et la plus variée, et qu'à cette époque ils avaient été les moins explorés, je divisai cette flore en 50 districts et cherchai des renseignements à toutes les sources, dans les livres, les herbiers publics et privés, et surtout dans de fréquentes herborisations, de sorte que cette partie de mon

travail implique la préparation de 50 flores locales. Quoique je regarde les investigations botaniques comme étant encore très incomplètes, j'ai cependant accumulé par ces recherches multipliées une grande masse de matériaux, et la question qui se présente aujourd'hui est celle de savoir quelles conclusions j'ai à tirer de ces comparaisons.

» Pendant bien des années, et tout en m'occupant d'autres choses, mon esprit s'est souvent reporté, mais sans grand résultat, sur ce problème de l'origine de la flore alpine. Si je me crois aujourd'hui en mesure de résoudre quelques difficultés qui m'ont longtemps paru insolubles, je n'hésite pas à dire que je le dois à la nouvelle direction donnée aux études d'histoire naturelle par la doctrine de Charles Darwin. Je le dois aussi à deux œuvres magistrales, étroitement liées au sujet qui m'occupait : *l'Origine, les affinités et la distribution géographique de la flore australienne*, et l'*Essai sur la distribution des plantes arctiques* (1), qui ont placé le nom de Sir Joseph Hooker parmi ceux des fondateurs de la doctrine de l'évolution. Si, dans mon essai d'explication de la flore alpine, je m'écarte sur quelques points des idées émises par ces deux grands maîtres, j'espère qu'on n'en reconnaîtra pas moins que je suis leur disciple.

» Par cette expression *flore des Alpes*, j'entends toute la flore qui s'étend du Dauphiné et de la Provence aux frontières de la Hongrie, et qui est limitée au sud-est par le plateau de Karst. Les chaînes qui commencent en Croatie, et parcourent la Bosnie et la Dalmatie, sont souvent désignées sous le nom d'*Alpes Dinariques*, mais, tant par leurs relations orographiques que par leurs productions naturelles, elles se rattachent au système montagneux de la Turquie d'Europe. Il n'est pas aussi facile de fixer les limites septentrionales et méridionales de la région des Alpes, parce que les hauteurs s'y abaissent insensiblement et finissent par se confondre avec les plaines. Du côté du midi surtout, beaucoup de plantes, dont l'habitat naturel est dans le bas pays, se sont introduites dans les

(1) *Origin, Affinities and Distribution of the Australian Flora.* — *Outlines of the distribution of Arctic Plants.*

vallées, et, d'un autre côté, des plantes qu'on ne trouve que sur les pentes les plus exposées au soleil méridional, et qui ne s'élèvent pas à la zone supérieure, ne peuvent pas être exclues de la flore alpine. Comme règle générale, j'ai retranché de mes listes les plantes de la plaine qui, accidentellement, émigrent dans les vallées, mais j'y ai compris toutes celles qui sont réellement indigènes des massifs montagneux, bien que quelques-unes d'entre elles ne montent pas à plus de 2000 à 3000 pieds au-dessus du niveau des mers. J'ai encore une remarque à faire avant d'entrer en matière : toutes les plantes dont je parlerai dans les pages qui vont suivre sont des plantes fleurissantes, autrement dit des Phanérogames. Je laisse de côté toutes les Cryptogames, Fougères, Mousses, Hépatiques, Lichens, etc., organismes qui se reproduisent par des spores ou germes si ténus, que les moindres vents les dispersent à de grandes distances, et que leur distribution géographique a une tout autre signification que celle des plantes qui se reproduisent par de véritables graines.

» Quand on s'élève sur les Alpes, en partant de la région de l'Olivier ou de la Vigne, jusqu'à la ligne des neiges éternelles, on remarque, comme tout le monde le sait, un changement graduel dans la végétation, ce qui a amené les botanistes à distinguer plusieurs zones correspondantes à ces changements. Pour le but que nous nous proposons ici, il suffira d'en faire trois divisions bien marquées : une zone inférieure, qui s'arrêtera à la limite des arbres à feuilles caduques ; une zone intermédiaire, qui comprendra les forêts de Conifères et les pâturages alpins ; puis une zone glaciale, occupée çà et là par des champs de neige et des espaces découverts pendant deux ou trois mois d'été, mais où de fortes gelées sont fréquentes pendant les nuits.

» En gravissant les pentes inférieures, nous voyons disparaître successivement le Chêne et l'Orme, puis le Hêtre, l'Érable, le Tremble et le Sorbier des oiseleurs, qui sont les derniers représentants de nos arbres ordinaires ; le Hêtre seul formant encore des groupes forestiers à cette hauteur, dans quelques

parties des Alpes. En même temps que nous voyons disparaître ces arbres, nous laissons derrière nous une multitude d'arbustes et de plantes herbacées, successivement remplacés par un nombre presque aussi grand d'espèces nouvelles. L'expression de *limite des arbres à feuilles caduques*, dont je me suis servi tout à l'heure, n'est pas absolument exacte, car le Bouleau, l'Aune et quelques Saules montent souvent jusqu'à la limite supérieure des Conifères, et le Hêtre lui-même, mais alors réduit à la taille d'un simple buisson, s'élève parfois presque aussi haut.

Dans la zone supérieure des Alpes, les Conifères forment une large ceinture entre les crêtes neigeuses et la région moins élevée; mais, principalement par le fait de l'homme, cette ceinture est trouée et morcelée sur de vastes étendues, et ces intervalles sont aujourd'hui occupés par des prairies et des pâturages émaillés de fleurs dès le commencement de l'été, et qui atteignent jusqu'à la région des neiges. Le Pin d'Écosse qui, en Scandinavie, s'avance jusqu'au cap Nord, à 300 milles au delà du cercle polaire, est de beaucoup dépassé sur les hauteurs alpines par le Sapin, qui, en Norvége, dépasse à peine le cercle polaire. Dans les Alpes, cet arbre s'élève communément à 6000 pieds (1950 mètres) au-dessus du niveau de la mer, et dépasse même cette limite de 600 à 700 pieds sur les pentes méridionales. Au-dessus de lui, le Mélèze et l'Alvier montent souvent à la hauteur de 7000 pieds (2400 mètres). Je reviendrai plus loin sur la troisième zone alpine, celle des neiges perpétuelles.

» Voici maintenant, aussi abrégée que possible, la statistique végétale des Alpes. Dans la région tout entière, je trouve 2010 espèces réparties en 523 genres et 96 familles naturelles; mais, parmi ces familles, il y en a 36 qui n'ont aucun représentant dans la zone supérieure, et qui, dans la zone inférieure, ne comptent qu'un petit nombre de genres et d'espèces, toutes largement disséminées. Ces 36 familles ont en tout 53 genres et 76 espèces, ce qui donne en moyenne moins de deux espèces par genre. Ce sont là évidemment des groupes

dont l'habitat naturel doit être cherché ailleurs que dans les Alpes. Outre ces 2010 espèces, je compte encore 335 sous-espèces, c'est-à-dire des formes très-voisines des espèces admises, mais qui se distinguent par des différences plus marquées et plus permanentes que celles des formes communément appelées variétés. Un bon nombre de ces sous-espèces, et même de ce que je considère comme de simples variétés, sont admises comme bonnes espèces par plusieurs botanistes français et allemands.

» En donnant ici la liste des familles ainsi que le nombre des genres et des espèces qu'elles contiennent, je ne puis me dispenser d'appeler l'attention du lecteur sur quelques-unes des plus caractéristiques (1). La majorité des espèces alpines

(1) Voici la liste des familles ou ordres naturels de la flore des Alpes. Celles dont le nom est en italiques ne s'élèvent pas jusqu'à la zone supérieure :

Renonculacées.
Berbéridées.
Nymphéacées.
Papavéracées.
Crucifères.
Résédacées.
Cistinées.
Violariées.
Polygalées.
Caryophyllées.
Portulacées.
Tamariscinées.
Malvacées.
Tiliacées.
Hypéricinées.
Linées.
Géraniacées.
Rutacées.
Ilicinées.
Célastrinées.
Rhamnées.
Sapindacées (Acer).
Anacardiacées.
Légumineuses.
Rosacées.
Saxifragées.
Crassulacées.
Droséracées.
Haloragées.
Lythrariées.
Onagraires.
Ombellifères.
Araliacées.
Cornées.
Caprifoliacées.
Rubiacées.
Valérianées.
Dipsacées.
Composées.
Campanulacées.
Vacciniées.
Éricacées.
Pirolacées.
Monotropées.
Plombaginées.
Primulacées.
Oléacées.
Asclépiadées.
Gentianées.
Polémoniacées.
Boraginées.
Convolvulacées.
Solanées.
Scrofularinées.
Orobanchées.
Lentibulariées.
Sélaginées.
Labiées.
Plantaginées.
Chénopodées.
Polygonées.
Paronychiées.
Thymélées.
Éléagnées.
Urticées.
Cannabinées.
Ulmacées.
Bétulacées.
Salicinées.
Euphorbiacées.
Buxinées.
Empétrées.
Aristolochiées.
Cupulifères.
Corylacées.
Loranthacées.
Santalacées.
Conifères.

rentre dans trois ordres naturels répandus sur toutes les parties du globe. Ce sont, en premier lieu, les Composées, qui,

Gnétacées.	Joncaginées.	Mélanthacées.
Orchidées.	Potamées.	Smilacées.
Iridées.	Typhacées.	*Asparaginées.*
Amaryllidées.	*Aroïdées.*	Joncées.
Dioscorées.	*Lemnacées.*	Cypéracées.
Alismacées.	Liliacées.	Graminées.

La liste qui suit indique le nombre de genres et d'espèces des 25 principales familles de plantes alpines, en y comprenant la région tout entière.

Familles naturelles.	Genres.	Espèces.	Sous-espèces.	Familles naturelles.	Genres.	Espèces.	Sous-espèces.
Composées.....	62	250	60	Campanulacées	6	42	4
Légumineuses..	20	134	24	Orchidées.....	22	40	6
Graminées.....	48	134	13	Primulacées...	8	36	8
Crucifères.....	26	115	18	Boraginées....	15	31	4
Cypéracées	9	108	5	Rubiacées.....	3	30	9
Caryophyllées ..	17	101	18	Salicinées.....	2	29	3
Ombellifères....	37	94	14	Joncées	2	27	4
Scrofularinées..	16	83	10	Gentianées....	6	26	6
Rosacées.......	16	82	18	Géraniacées...	4	24	0
Renonculacées..	15	71	22	Polygonées....	3	24	2
Labiées........	26	67	7	Crassulacées...	3	22	10
Liliacées.......	13	43	6	Euphorbiacées.	2	20	2
Saxifragées.....	4	42	9				

Dans la zone la plus élevée des Alpes se trouvent les familles suivantes, dont nous indiquons le nombre de genres et d'espèces qui les y représentent.

Familles.	Genres.	Espèces.	Sous-espèces.	Familles.	Genres.	Espèces.	Sous-espèces.
Composées.....	38	145	30	Primulacées .	6	29	6
Crucifères	17	74	11	Gentianées...	3	23	1
Légumineuses..	15	72	6	Orchidées....	11	19	2
Caryophyllées. .	10	71	10	Joncées	2	18	2
Graminées.....	16	66	6	Liliacées	8	17	0
Cypéracées.....	5	63	4	Crassulacées .	2	16	5
Scrofularinées..	16	53	8	Rubiacées ...	2	16	3
Rosacées	11	49	5	Salicinées ...	1	16	0
Ombellifères ...	18	45	7	Violariées ...	1	12	3
Renonculacées..	9	41	7	Polygonées ..	3	11	0
Labiées	16	39	4	Onagraires ..	2	10	3
Saxifragées	4	37	6	Valérianées..	2	10	0
Campanulacées .	2	30	4				

En résumé, ces tableaux nous montrent : 1° Que la flore alpine totale contient, dans les 25 familles le plus richement représentées, 385 genres, 1675 es-

dans les Alpes, ne comptent pas moins que 62 genres, avec 250 espèces et 60 sous-espèces. Après elles viennent les Légumineuses, très nombreuses, comme on le sait, dans toutes les régions chaudes de la terre, mais qui sont aussi représentées par plusieurs espèces jusque dans la région polaire. Enfin les Graminées, dont le domaine géographique n'est pas moins vaste que celui des deux familles précédentes. Chacun de ces deux derniers ordres compte, dans les Alpes, 134 espèces.

Après ces trois grandes familles qui prédominent dans la plupart des autres parties de la terre, celles qui comptent le plus d'espèces dans les Alpes sont celles qui sont le plus largement répandues dans les pays froids et qui partout sont caractéristiques des régions montagneuses, sans y être entièrement confinées. Les plus remarquables, parmi ces dernières familles, tant par le nombre de leurs espèces alpines que par celui des individus, sont les Crucifères, les Cypéracées, les Caryophyllées et les Ombellifères. A ces sept familles se rattache près de la moitié de la flore alpine, car, sur les 2010 espèces de cette flore, elles en fournissent 936. Sans entrer dans de plus longs détails sur ce point, je dois appeler l'attention du lecteur sur quelques groupes particuliers, qui sont spécialement caractéristiques de la flore montagnarde dans le monde entier : ce sont les six familles des Rosacées, des Renonculacées, des Saxifragées, des Primulacées, des Campanulacées et des Gentianées. Presque partout elles ornent les sommets des montagnes, et l'on voit leur importance s'accroître, tant par le nombre de leurs espèces que par l'éclat de leurs fleurs, à mesure qu'on se rapproche de la limite des neiges. Ces six familles fournissent à très peu près 15 pour 100 des espèces de la flore alpine tout entière; dans la zone moyenne

pèces et 282 sous-espèces, et dans les 71 autres familles moins importantes, 138 genres, 335 espèces et 53 sous-espèces.

2° Que dans la zone la plus élevée, considérée seule, les 25 principales familles contiennent 220 genres, 982 espèces et 133 sous-espèces, et que les 35 autres familles, représentées dans cette zone seule, comptent 59 genres, 135 espèces et 17 sous-espèces.

elles en donnent environ 20 pour 100, et à la limite des neiges elles forment près du tiers de la végétation phanérogamique.

» Dans la zone moyenne des Alpes je compte 1117 espèces caractérisées, réparties en 270 genres et 60 ordres ou familles naturelles. Les proportions relatives de ces différents ordres n'y diffèrent pas beaucoup de celles qu'ils présentent dans la flore alpine totale. Les Composées y forment encore environ le 1/8 de la végétation, mais les Légumineuses, les Graminées et les Ombellifères commencent à y décroître. Les Crucifères et les Caryophyllées, au contraire, y deviennent comparativement plus nombreuses, ainsi que les six familles essentiellement montagnardes dont j'ai parlé tout à l'heure. Quant à la région supérieure, ou glaciale, je n'essayerai pas de donner des chiffres, par cette seule raison que nous manquons encore de données suffisantes. Il y a déjà bien longtemps que j'ai reconnu que ce qui arrête la végétation sur les points les plus élevés n'est pas tant la rudesse du climat que le manque de terre et d'un site convenable où les plantes pourraient s'établir, et que là où, par des circonstances accidentelles, ces deux conditions sont réunies, on acquiert la preuve que la région glaciale est moins inhospitalière aux plantes qu'on ne le suppose communément. Je puis en fournir un exemple tiré de mes propres souvenirs.

» Il y a une vingtaine d'années, je partis un matin de l'Eggischhorn avec un vague désir d'atteindre le sommet du grand glacier d'Aletsch, pour contempler du haut du Jungfrau-Joch les vastes prairies de la Wengern Alpe. Le soleil était chaud; le glacier était couvert d'une épaisse couche de neige fraîchement tombée, et à chaque pas que nous faisions, mon guide et moi, la figure brûlée par le soleil et les pieds gelés, nous enfoncions profondément dans cette neige molle et à demi fondue. Après plusieurs heures de cet exercice, auprès duquel le travail d'un moulin à bras aurait été un délicieux passe-temps, je reconnus qu'il ne me serait pas possible d'arriver assez tôt au but projeté pour revenir avant la fin du jour à mon point de

départ. En conséquence je changeai mon plan et je résolus d'employer le reste de la journée à herboriser.

» Ceux qui connaissent le glacier d'Aletsch, le plus vaste champ de neige qui existe en Europe, seront surpris d'entendre parler d'herboriser en un pareil endroit. Sur plusieurs lieues de longueur, cette grande rivière de glace, dont le lit a de 2 à 3 milles de largeur, coule entre des escarpements couverts de neige, dont la nappe est percée çà et là par les pointes noires du rocher. Mais, juste au point où les deux grands tributaires du glacier se réunissent, descendant l'un de l'est, l'autre de l'ouest, j'avais remarqué, sur la pente sud qui borde le glacier du Grünhorn, une place formée d'éboulis et de gravier que la neige ne couvrait point. Je me dirigeai de ce côté et gravis cette pente jusqu'au sommet, où je fus arrêté par une barrière de rochers à pic, dont la carte fédérale suisse fixe l'altitude à 10700 pieds (3263 mètres) au-dessus de la mer. Sur ce coin resserré, à environ 2000 pieds (610 mètres) plus haut que le fameux Jardin près de Chamouni, et beaucoup plus éloigné que lui des lieux habités par les plantes alpines, j'ai récolté plus de 40 espèces en fleur, et parmi elles le Thym commun (*Thymus communis*) et une variété du Dent-de-lion (*Taraxacum Dens-leonis*) plus commun encore. C'est là un cas unique dans mes excursions alpines; mais jusqu'à ce qu'on ait fait beaucoup d'autres découvertes semblables dans toute la chaîne, il sera prématuré de donner l'inventaire de la flore glaciale des Alpes. Des endroits aussi bien conditionnés pour la végétation sont rares au-dessus de 10000 pieds, et c'est un grand hasard qu'un excursionniste isolé puisse les rencontrer; mais, ce dont je suis convaincu, c'est que le nombre des plantes capables de vivre et de se multiplier dans la haute région alpine est beaucoup plus grand qu'on ne l'a cru jusqu'ici.

» A propos de la question qui nous occupe en ce moment, il sera bon de se rappeler que quelques espèces, peut-être même un grand nombre d'espèces, donnent naissance à des races qui, pour n'être physiologiquement que de simples variétés, se distinguent cependant de leur type par des tendances

héréditaires que rien ne ferait supposer si l'on ne considérait que les formes extérieures. C'est ainsi que la sélection artificielle a produit en Norvége une variété d'Orge qui mûrit ses grains en moins de deux mois, tandis qu'il faut presque le double de ce temps à la variété ordinaire pour arriver au même point de maturité. Des différences plus grandes encore se montrent entre les nombreuses variétés de Maïs cultivées en Amérique et dans le midi de l'Europe. Il est donc probable que, dans beaucoup de cas, comme par exemple celui du Thym que je citais tout à l'heure, les plantes qui se trouvent sur les sommets alpins, dans des conditions très différentes de celles des lieux qu'elles habitent ordinairement, appartiennent à des variétés physiologiques qui possèdent héréditairement, ou qui ont recouvré par une cause quelconque la faculté de s'adapter à ce milieu particulier.

» Il serait inutile d'apporter d'autres exemples du fait que je viens de rappeler et qui est suffisamment attesté par la pratique agricole de tous les pays; mais je ne dois pas omettre de dire quelques mots au sujet de recherches qui ont occupé plusieurs hommes éminents, et plus particulièrement M. Alph. de Candolle, qui a largement développé et amélioré les méthodes suivies par ses prédécesseurs, méthodes dont il a corrigé plusieurs défauts, sans les reconnaître tous. Partant de cette donnée supposée exacte qu'il y a pour chaque espèce de plante un certain degré de température minimum, supérieur à zéro, nécessaire pour qu'elle entre en végétation, on conclut hypothétiquement qu'il lui faudra aussi une certaine somme de température déterminée, au-dessus de ce minimum, pour parcourir tout le cycle de sa vie, depuis la germination jusqu'à la maturité de ses graines. En observant avec soin les limites polaires de la végétation de certaines espèces largement répandues, puis tenant compte des moyennes températures mensuelles en différents lieux, on a cherché à reconnaître quelle somme totale de chaleur est nécessaire à chaque plante pour croître et se reproduire à l'état sauvage, comme on l'a fait pour diverses plantes cultivées.

» Sans nier formellement qu'on y ait réussi pour quelques espèces, il n'en reste pas moins, pour beaucoup d'autres, que les observations thermométriques faites à l'ombre, ainsi que cela se pratique habituellement, sont d'un faible secours pour nous renseigner sur les conditions de leur vie et de leur croissance. Quelques conclusions qu'on tire de ce mode d'observation pour les plantes qui vivent dans les plaines, conclusions qui peuvent être plus ou moins fondées, je regarde comme très certain qu'il est absolument inapplicable à la végétation des hautes montagnes. La difficulté de préciser la différence des effets produits sur les plantes par la température de l'air à l'ombre et par celle qu'elles reçoivent quand elles sont exposées directement à la lumière du soleil, n'avait point échappé à l'esprit pénétrant de Humboldt, le vrai fondateur de cette branche de la science; elle n'a pas échappé non plus à M. Alph. de Candolle, qui l'a prise en grande considération. Il admet que pour l'Europe centrale, et pendant l'été, la différence de température moyenne entre un thermomètre à l'ombre et un thermomètre éclairé par le soleil peut varier de 5 à 8 degrés du thermomètre Fahrenheit (de 2°,8 à 4°,4 du centigrade); mais il pense pour diverses raisons que l'effet de cette différence sur les plantes peut se réduire à celle de 1 degré du thermomètre centigr., c'est-à-dire à moins de 2 degrés du Fahrenheit. Sur ce point je fais remarquer qu'à moins d'en avoir fait l'expérience, personne ne se fait une juste idée de l'intensité des rayons du soleil dans les hautes régions de l'atmosphère, et que ce que j'en ai dit dans une note présentée à l'Association britannique en 1862 ne semble pas avoir attiré l'attention des naturalistes. La différence moyenne des températures de l'été, déduite de quinze années d'observations faites avec le plus grand soin à Chiswick, à l'aide de deux thermomètres, l'un à l'ombre, l'autre à boule noire exposé au soleil, n'a pas atteint 7 degrés de Fahrenheit (3°,89 centigrades). Nous ne possédons aucune série d'observations semblables pour les hautes montagnes; toutefois nous avons un aperçu des effets de la radiation solaire dans ce fait fourni par

quatorze observations à des hauteurs variant de 4000 à 14 000 pieds au-dessus du niveau de la mer, et dans lesquelles un petit thermomètre à boule noire exposé pendant trois minutes au soleil a marqué 40 degrés Fahrenheit (22°,22 centigrades) de plus que lorsqu'on le tenait à l'ombre. Dans cinq observations semblables faites à l'altitude d'environ 12 000 pieds (3660 mètres), la moyenne des différences entre la température à l'ombre et celle qu'on prenait au soleil s'est élevée à 46 degrés (25°,5 centigrades).

» Plus décisives encore sont les observations de la température du sol exposé au soleil, que j'ai citées dans la même note. Sur ce coin de terrain dépourvu de neige, dont j'ai parlé plus haut, et qui est situé au-dessus du glacier d'Aletsch, à environ 10 300 pieds de hauteur (3140 mètres), j'ai trouvé la température du sol, éclairé par le soleil, de 83 degrés (46°,1 centigrades) à un pouce (2c,5) de profondeur, et de 75 degrés (41°,6 centigrades) à la profondeur de 5 pouces (12c,7), ce qui est à peu près le point le plus bas qu'atteignent les racines des plantes alpines. Dans une autre circonstance, me trouvant à l'altitude d'environ 8400 pieds (2652 mètres) dans les Pyrénées, je vis le thermomètre ordinaire posé à terre, au voisinage de deux larges champs de neige, marquer 107°,6 Fahr. (59°,77 centigrades), et encore 99 degrés (55 degrés centigrades) à un pouce et demi (3c,8) au-dessous de la surface du sol (1). Nous sommes encore très loin de pouvoir apprécier les effets de ces hautes températures du sol sur la vie des plantes alpines, aussi bien que ceux de l'intense illumination solaire à laquelle elles

(1) Des observations semblables, faites dans les Pyrénées pendant l'été de 1872, ont amené M. Ch. Martins à la même conclusion : « C'est le sol, bien plus que l'air ambiant, nous dit ce savant météorologiste, qui favorise la végétation des plantes alpines et leur permet d'en accomplir les phases dans un temps très limité. » (Voy. dans la *Revue des deux mondes*, livraison du 15 décembre 1872, le récit de M. Ch. Martins, intitulé : *Une station géodésique au sommet du Canigou.*) La présence de plantes méditerranéennes sur des rochers échauffés par des filets d'eau thermale qui traversent leurs fissures, et cela à des hauteurs où la rudesse du climat ne leur permettrait pas de croître dans les circonstances ordinaires, est une autre preuve frappante de l'influence de la chaleur du sol sur la végétation.

sont exposées; mais ce que nous pouvons regarder comme certain, c'est que les observations thermométriques faites à l'ombre ne nous apprennent à peu près rien sur cette obscure question.

» Nous allons maintenant comparer la flore des Alpes avec celles d'autres régions, afin de voir quelles lumières nous en pourrons tirer pour faire son histoire et en expliquer l'origine.

» La première chose qui nous frappe en parcourant la liste des plantes alpines, c'est le grand nombre d'espèces, plus des deux cinquièmes, qui lui sont communes avec les flores de toutes les parties de l'Europe tempérée, et dont la majorité s'étend à la Sibérie, et même, en notable proportion, à l'Amérique septentrionale. Il est évident que ce sont là des plantes douées à un haut degré du pouvoir de s'adapter à des conditions physiques très diverses et que leur vigoureuse organisation a rendues victorieuses dans la lutte pour l'existence. Sur 792 espèces de cette catégorie qui habitent les Alpes, il n'y en a pas moins de 215 qu'on retrouve dans le nord de l'Amérique, et un nombre encore assez considérable, principalement d'espèces aquatiques, s'est avancé jusqu'aux extrémités les plus reculées des continents de l'Amérique du Sud, de l'Afrique, de l'Australie et dans la Nouvelle-Zélande. Il faut noter que dans ce grand nombre d'espèces il n'y en a pas une sur 12 (c'est-à-dire seulement 65 sur 792) qui puisse être comptée comme appartenant à la région alpine supérieure. Dans le fait, ces espèces si largement répandues sont, en majeure partie, assez communes dans la zone inférieure des Alpes, mais elles croissent également bien dans les bois, les terres à bruyères et les landes de l'Europe moyenne, d'où beaucoup d'entre elles se sont avancées presque jusqu'au cercle polaire.

» Si nous retranchons de la flore alpine 727 espèces qui n'y entrent pas comme élément essentiel, et une cinquantaine d'espèces méditerranéennes, venues du sud, qui se sont établies d'une manière plus ou moins permanente dans le fond des vallées, il nous reste 1157 espèces dont nous avons à recher-

cher l'origine. Sur ce nombre nous en trouvons 172 qu'on peut regarder comme endémiques, c'est-à-dire comme propres et particulières à la région alpine, d'où 42 sont parties, comme de leur centre, pour gagner les Apennins ainsi que les montagnes de la Croatie et de la Dalmatie. Il en résulte que le nombre des espèces endémiques absolument limitées aux Alpes se réduit à 130. Plusieurs botanistes y ajouteraient dix ou douze sous-espèces bien caractérisées; quelques-uns même doubleraient ce nombre en comptant comme espèces des formes dont je fais de simples variétés. Cela posé, il nous reste à examiner les espèces qui, sans être exclusivement propres à la chaîne des Alpes, sont toujours des plantes montagnardes, bien qu'elles puissent habiter les plaines dans la région arctique.

» En comparant la flore des Alpes à celle d'autres chaînes de montagnes, on ne sera pas surpris de trouver qu'un grand nombre de ses espèces se retrouvent dans les Pyrénées et les Carpathes. Nous savons déjà qu'un peu plus du septième de ces espèces, c'est-à-dire 172, est endémique; plus de la moitié est commune aux Alpes et aux Pyrénées; les deux tiers sont communs aux Alpes et aux Carpathes, et un sixième environ aux Alpes et au nord de l'Europe et de l'Asie. La majeure partie de ces dernières dépasse même le cercle polaire, mais seulement en Scandinavie, et cela pour des raisons que j'expliquerai plus loin. Un point sur lequel j'appelle l'attention du lecteur est que la majorité des plantes qui sont communes aux Alpes et à la région septentrionale de l'ancien continent ne se retrouvent pas pour cela sur toutes les grandes chaînes de l'Europe centrale; les Pyrénées en possèdent environ un tiers; les Carpathes exactement les deux tiers; puis il reste une quarantaine de ces espèces qui n'ont jamais été trouvées dans les Pyrénées et les Carpathes. A l'époque actuelle, les Alpes ne sont séparées des plus hautes sommités de ces deux chaînes que par des intervalles de pays, comparativement bas, qui n'excèdent pas 200 milles anglais (322 kilomètres); mais vers le milieu de la période tertiaire, et peut-être aussi à une date plus récente, ces montagnes étaient séparées des Alpes par des bras de mer qui

faisaient de cette partie de l'Europe un archipel. Tout compte fait cependant, nous trouvons beaucoup plus de différence entre les Pyrénées et les Alpes qu'entre les Alpes et les Carpathes. Considérant, ainsi qu'il convient de le faire, la chaîne des Asturies comme faisant partie des Pyrénées, il se trouve que chacune de ces trois régions a environ la moitié de sa flore commune aux deux autres.

» Les Alpes possèdent en propre 172 espèces endémiques et au moins 15 genres qui ne se trouvent pas dans les Pyrénées ; ces dernières ont à leur tour environ 100 espèces endémiques, avec 6 ou 7 genres étrangers aux Alpes. Les connexions botaniques des Alpes et des Carpathes sont beaucoup plus étroites, puisque les Carpathes possèdent les deux tiers de la flore alpine et n'ont guère que 30 à 40 espèces qui leur soient exclusivement propres. En revanche, ces montagnes ont un grand nombre d'espèces qu'on peut appeler orientales, puisqu'elles leur sont communes avec le Caucase et les Balkans, et qu'elles ne s'avancent point à l'ouest jusqu'aux Alpes.

» Si maintenant nous jetons les yeux sur une grande mappemonde, nous remarquons que l'ancien continent, depuis la pointe nord-ouest de l'Espagne jusqu'au Kamtchatka, sur un espace d'environ 8500 milles anglais (15 676 kilomètres), est presque partout traversé par des chaînes de montagnes, qui nulle part ne laissent entre elles des intervalles de plus de 300 milles (483 kilomètres). En suivant cette ligne de sommets depuis les Pyrénées jusqu'au nord de la Perse, à travers les Alpes, les Carpathes et le Caucase, nous atteindrons le grand massif montagneux de l'Asie centrale ; mais là nous trouverons qu'au lieu d'une seule ligne de hauteurs, le continent asiatique, sur presque la moitié de son étendue, est occupé par de nombreuses chaînes généralement dirigées de l'ouest à l'est et entrecoupées de plateaux, la plupart très élevés, mais qui, sur certains points, s'abaissent à des niveaux comparativement assez bas. Nous savons peu de chose de cette vaste région, exception faite cependant de la grande chaîne de l'Himalaya et de celle qui, au nord, détermine la limite méridionale

de la Sibérie. Cette dernière chaîne sera pour moi l'Altaï, bien que ce nom ne s'applique d'habitude qu'à une petite partie du massif. Un fait ici nous frappera : c'est que la flore alpine européenne a moins d'affinité avec les flores des montagnes les plus rapprochées des Alpes qu'avec celles des chaînes de l'Asie septentrionale, malgré les grandes distances qui les séparent et des différences climatiques non moins grandes. En effet, un bon quart de ces espèces alpines et environ les cinq sixièmes des genres alpins se retrouvent dans la région de l'Altaï; et ceci est d'autant plus remarquable, qu'au tiers de la distance qui sépare les Alpes de l'Altaï nous trouvons le grand massif du Caucase, qui, avec un climat beaucoup plus favorable, possède une riche flore montagnarde, et où néanmoins le nombre des espèees qui lui sont communes avec les Alpes est comparativement très réduit. Très approximativement, sur 12 espèces des Alpes, il y en a 3 qu'on retrouve dans l'Altaï, et 2 seulement dans le Caucase.

» La flore alpine européenne est représentée dans l'Himalaya par un grand nombre de ses genres, mais elle n'y compte qu'un petit nombre d'espèces, et il faut remarquer en outre qu'une notable partie des espèces communes aux Alpes, à l'Altaï et à l'Himalaya s'étendent aux régions arctiques de l'ancien continent; mais ceci ne s'applique qu'aux espèces dont nous parlons, et beaucoup de genres qui sont exclus de la flore arctique sont communs aux Alpes et aux montagnes de l'Asie.

» Ce n'est pas sans crainte que j'aborde maintenant une question sur laquelle je vais être obligé de me séparer de ceux que je considère comme mes maîtres en histoire naturelle, question où j'aurai à discuter les rapports de la flore des Alpes avec celle des régions arctiques et à chercher les inductions qu'on peut en tirer. Dans le mémoire auquel j'ai déjà fait allusion, Sir Jos. Hooker a traité de la constitution de la flore arctique et nous a fait voir comment elle se rattache aux autres flores de la terre. Après nous avoir montré, dans une analyse magistrale, quelle large proportion d'espèces elle fournit à l'Europe entière et même à la zone tempérée de l'hémisphère du sud,

il conclut que cette flore arctique, si remarquable encore en Scandinavie, y était surtout développée avant la période glaciaire, et qu'après avoir été refoulée vers le sud, dans l'ancien et dans le nouveau monde, par le refroidissement général, elle a remonté vers le nord et s'est établie sur les montagnes des deux continents, lorsque le réchauffement du globe lui permit cette nouvelle migration. Cette théorie, au moins en ce qu'elle a de plus général, a été exposée par Darwin dans son livre sur l'*Origine des espèces*, et pleinement acceptée par Lyell. Il me suffit de citer ces noms pour justifier mon hésitation à lutter contre de telles autorités.

» Je ferai d'abord remarquer que parmi les plantes énumérées par Sir Jos. Hooker comme dépassant le cercle polaire, près de la moitié appartiennent à ces espèces ubiquistes qui, douées à un haut degré du pouvoir de s'adapter aux conditions climatiques les plus diverses, se sont répandues sur toute la zone tempérée de l'ancien continent et même de l'Amérique septentrionale. Quelque sens qu'on attache à la présence de ces plantes dans les régions arctiques, il ne semble pas y avoir de raison pour en conclure qu'elles en sont originaires. A l'époque actuelle, elles sont plus communes dans la vraie zone tempérée que partout ailleurs, et si nous devions spéculer sur leur origine d'après les localités où elles prospèrent le mieux, il s'en trouverait un bon nombre que nous devrions rattacher à la région méditerranéenne plutôt qu'à celle du nord. D'un autre côté, Hooker a eu soin de rappeler que le climat de la Scandinavie septentrionale est notablement réchauffé par le Gulf-stream, peut-être aussi par les vents du sud-ouest qui viennent de l'Atlantique, et qu'il en résulte pour cette partie de la péninsule scandinave une région botanique tout à fait exceptionnelle à pareilles latitudes. Là, et là seulement, on voit les arbres forestiers et la culture de l'Orge dépasser de beaucoup le cercle polaire, et, par une conséquence naturelle, une multitude de plantes, qui appartiennent réellement à une zone plus tempérée, ont pu s'établir dans une région géographiquement arctique, mais rattachée par

la douceur relative de son climat à la région tempérée de l'Europe. Laissant de côté toutes les espèces qui, dans l'Europe centrale, sont caractéristiques de la flore montagnarde, je trouve dans le catalogue de Hooker 217 espèces qui nulle part n'atteignent le cercle polaire, si ce n'est en Scandinavie, et qui presque toutes s'étendent à la région méditerranéenne. A ces 217 espèces il faut en ajouter 131 qui sont ubiquistes, et qui, si elles habitent la zone arctique, n'habitent pas moins la zone tempérée et sont largement répandues sur tout l'hémisphère septentrional. En opérant ainsi, nous réduisons à 348 le nombre des espèces rigoureusement arctiques. Il est vrai que la majeure partie de ces espèces se retrouve dans la zone inférieure des Alpes; mais ce qui est curieux et significatif, c'est que la grande majorité, au moins les quatre cinquièmes de ces plantes si bien organisées pour résister à la sévérité des hivers polaires, ne s'élèvent pas à la zone supérieure des Alpes, et qu'il n'y en a qu'un très petit nombre qui s'approchent de la limite des neiges perpétuelles.

» Le docteur Christ, de Bâle, frappé du fait que presque toutes les espèces ubiquistes que j'ai retirées des flores alpine et arctique sont communes à l'Asie septentrionale, et par cet autre fait que la connexion est plus étroite entre la flore des Alpes et celle des montagnes de Sibérie qu'avec toute autre, et enfin que ce qui est pour moi la vraie flore arctique est plus largement représenté dans cette même région de l'Asie que dans les montagnes du centre de l'Europe; le docteur Christ, dis-je, dans un mémoire que je voudrais discuter ici si le temps me le permettait, arrive à cette conclusion : que l'Asie septentrionale a été le berceau de la flore arctique ainsi que de cette partie de la flore alpine qu'il croit être dérivée de cette dernière. Pour le moment je m'abstiendrai de rien décider sur l'origine de ces flores, me bornant simplement à citer les faits tels qu'ils se présenteront, ainsi que des chiffres qui, sans être d'une exactitude absolue, en approchent cependant assez pour le but que je me propose.

» Parmi les espèces de la flore alpine proprement dite, il y en

a 17 pour 100 qui lui sont communes avec la flore arctique, et 25 pour 100 avec l'Altaï ; de son côté, la flore arctique compte 40 pour 100 de plantes qui se retrouvent dans les Alpes, et 50 pour 100 dans l'Altaï, en donnant à cette dénomination le sens large que je lui ai attribué plus haut, c'est-à-dire en y comprenant tout l'ensemble des montagnes du nord de l'Asie.

» Si maintenant, par déférence pour les grandes autorités que j'ai citées tout à l'heure, j'admettais que les plantes arctiques qu'on trouve dans les Alpes sont des émigrées venues du nord, en quoi cette hypothèse expliquerait-elle l'origine de la flore alpine ? Supposant même qu'elle soit valable pour rendre compte de la fraction 17 pour 100 que je viens de signaler, comment nous expliquerait-elle l'origine du reste de cette flore, c'est-à-dire des 83 pour 100 de plantes étrangères à la flore arctique, dans lesquelles se trouvent au moins quatre types génériques exclusivement alpins, et de plus un nombre très considérable d'autres genres propres à la région supérieure des Alpes, et dont la moitié seulement se retrouve dans la zone arctique ? Est-il vraisemblable que, dans le court laps de temps qui s'est écoulé depuis la fin de la période glaciaire, des centaines d'espèces très distinctes et de nombreux genres se soient développés dans les Alpes, et, ce qui n'est pas moins difficile à concevoir, que cette multitude de genres et d'espèces étrangers à la région arctique se sont plus récemment encore répandus sur des chaînes de montagnes discontinues, c'est-à-dire de l'extrémité occidentale des Pyrénées à l'extrémité orientale des Carpathes, sur un espace d'au moins 1500 milles anglais (2414 kilomètres) d'étendue ? Et là encore ne s'arrêtent pas les difficultés : il faudrait expliquer en outre comment il se fait que plusieurs de ces types alpins, qui n'appartiennent pas à la flore arctique, sont représentés sur d'autres chaînes de montagnes fort éloignées des Alpes, non par les mêmes espèces, il est vrai, mais par des espèces congénères, qu'on peut croire descendues d'un ancêtre commun. C'est ainsi, par exemple, qu'on trouve une espèce de *Wulfenia* dans un coin très res-

serré des Alpes, une seconde dans le nord de la Syrie, et une troisième dans l'Himalaya.

» Pour faire saisir au lecteur la complexité du problème qui nous occupe, je ne saurais choisir un meilleur exemple que les Saxifrages, qui sont peut-être de tous les groupes génériques le plus caractéristique de la végétation des hautes montagnes. Il est même d'autant plus convenable de choisir ce groupe de plantes qu'il a été étudié avec le plus grand soin par Engler. Faisant mes réserves sur quelques points de détail, je prends ce travail tel que l'auteur nous le présente.

» Avec des différences comparativement légères dans la structure de la fleur et du fruit, les Saxifrages nous offrent la plus extraordinaire diversité dans le feuillage et le mode de végétation, diversité qui est telle en effet, que si ces plantes avaient été conservées à l'état fossile, sans leurs organes floraux, jamais le botaniste le plus exercé n'aurait pu les rapporter au même genre, ni peut-être à la même famille. Engler se conformant, pour la plus grande partie de son travail, à la marche suivie par ses prédécesseurs, répartit en quinze sections les 166 espèces de Saxifrages à lui connues. Onze de ces sections, correspondant chacune à un mode particulier de végétation, sont représentées dans les Alpes, qui d'ailleurs, sous ce rapport, offrent plus de variété qu'aucune autre chaîne de montagnes. De ces onze sections, dix se retrouvent dans les Pyrénées, neuf dans les Carpathes, et huit dans les régions arctiques. Si nous poussons nos explorations plus loin, nous trouvons des Saxifrages sur les hautes montagnes de tout le globe, exception faite de l'Australie méridionale et de la Nouvelle-Zélande. Les montagnes Rocheuses possèdent six de nos sections alpines, et en outre deux autres qui n'ont pas de représentants dans l'ancien monde. Les Andes nous offrent cinq espèces endémiques, toutes appartenant à une même section qui est largement représentée dans les Pyrénées et les Alpes, deux de ces espèces andines étant en outre très voisines d'une espèce arctique qui ne s'étend pas aux Alpes. L'Himalaya possède six de nos groupes alpins de Saxifrages, mais ils y sont

pour la plupart représentés par d'autres espèces que dans les Alpes, et les trois quarts de ces espèces y sont endémiques. Enfin, on n'a trouvé jusqu'ici en Abyssinie qu'une seule espèce endémique et appartenant à une section qui débute sur les montagnes du sud-est de l'Europe et s'étend à travers celles de l'Asie Mineure jusqu'à l'Himalaya.

» Le tableau suivant nous montre, d'après les travaux d'Engler, la distribution des Saxifrages sur les principales montagnes de la terre, en deçà du cercle polaire. Les numéros indiquent le nombre des espèces de chaque section appartenant aux diverses régions considérées.

SECTIONS.	ALPES.	CARPATHES.	PYRÉNÉES.	RÉGION ARCTIQUE.	CAUCASE ET ARMÉNIE.	HIMALAYA.	MONTAGNES DU NORD DE L'ASIE.	MONTAGNES ROCHEUSES.	ANDES.
Cymbalaria...	»	»	»	»	2	1	»	»	»
Tridactylites...	3	2	2	2	1	»	1	1	»
Nephrophyllum	4	4	1	4	2	4	4	2	»
Peltiphyllum...	»	»	»	»	»	»	»	1	»
Isomeria......	»	»	»	1	»	»	»	3	»
Miscopetalum..	1	1	1	»	1	»	»	»	»
Hirculus......	1	»	»	1	1	11	1	1	»
Boraphila.....	2	2	2	6	»	3	9	9	»
Dactyloides....	8	5	10	1	1	»	2	1	5
Trachyphyllum	3	2	2	6	1	13	5	5	»
Robertsonia....	1	»	3	»	»	»	»	»	»
Enaïzoonia....	8	2	3	2	1	»	»	»	»
Kabschia......	8	4	3	»	3	2	»	»	»
Bergenia......	»	»	»	»	»	3	2	»	»
Porphyrion....	4	2	3	2	»	1	1	1	»
Espèces endémiques dans chaque région.	14	3	6	2	3	28	6	7	5

» Dans ce tableau j'ai omis la section *Diptera* d'Engler, qui est particulière au Japon, et j'ai ajouté le petit groupe des *Bergenia*, dont quelques botanistes font un genre distinct, mais qui est rattaché aux *Saxifraga* par les meilleures autorités. Ce groupe est bien caractérisé par son port, et il paraît être confiné sur les montagnes du centre et du nord de l'Asie.

» Engler imagine qu'à la fin de la période tertiaire il existait déjà six types de Saxifrages, qui, si je le comprends bien, ont donné naissance à toutes les espèces du genre actuellement existantes. Sans entrer dans plus de détail, je me borne à dire qu'il a rattaché à l'un de ces types anciens des espèces si différentes de port et d'aspect, que personne, je crois, n'admettra la possibilité de cette descendance dans une période de temps aussi courte que celle qu'il suppose. Même quand il ne s'agirait que d'espèces appartenant strictement au même groupe, je ne pourrais pas l'admettre. Si nous supposons, par exemple, que la Saxifrage à feuilles opposées (*S. oppositifolia* L.) a émigré des régions arctiques dans les montagnes de l'Europe centrale pendant la période glaciaire, cela n'expliquerait pas l'existence d'une espèce très différente, quoique appartenant au même groupe, le *S. retusa*, qui est disséminé sur des points fort éloignés les uns des autres, dans les Alpes, les Carpathes et les Pyrénées, et qui ne se retrouve nulle part ailleurs dans le monde.

» Mais voici une nouvelle difficulté qui surgit. Si nous supposons que la flore arctique, ou une notable partie de cette flore, s'est répandue sur les montagnes de l'hémisphère septentrional depuis le commencement de la période glaciaire, on se pose naturellement la question : Où était cette flore avant qu'elle occupât les régions arctiques? Nous avons aujourd'hui de nombreuses preuves qu'à une époque géologiquement récente, celle du tertiaire moyen, peut-être même celle du tertiaire supérieur, la flore de l'extrême Nord était essentiellement celle d'un climat tempéré, et qu'à cette époque le climat des régions arctiques ne pouvait convenir aux plantes qui y croissent aujourd'hui. Je ne sache pas que personne ait encore essayé de répondre à cette question ; par conséquent, en exposant mes vues sur ce point, je ne risque pas de me mettre en contradiction avec les illustres naturalistes dont je parlais plus haut.

» Avant d'aller plus loin, je dois dire quelques mots de découvertes récentes en paléontologie botanique qui touchent au

sujet dont nous nous occupons. Parmi les nombreuses vérités, anciennes et nouvelles, que nous devons à Darwin, il en est une qu'il est bon de rappeler ici : c'est la grande insuffisance des matériaux que la géologie et la paléontologie ont mise entre les mains des naturalistes, insuffisance que tout le monde reconnaît aujourd'hui, mais à laquelle on ne pensait guère avant la publication de l'*Origine des espèces*. Cette insuffisance des fossiles est surtout frappante quand il s'agit d'expliquer la végétation montagnarde; et si l'on en excepte un très petit nombre de débris d'assez peu de valeur qui ont été découverts dans ces dernières années, on peut dire que tout ce qui nous aurait renseigné sur l'état ancien de cette végétation est irrévocablement perdu. Les plantes peuvent se conserver à l'état fossile au fond de marais, de lacs peu profonds et d'estuaires, mais c'est le plus grand des hasards si une plante occupant le sommet des montagnes peut rencontrer ces conditions favorables. Ainsi donc, en essayant de raisonner sur l'ancienne végétation des montagnes, nous n'avons pas de preuve directe à faire valoir pour appuyer nos vues, et inévitablement nos conclusions resteront plus ou moins hypothétiques.

» Quiconque possède quelques notions de botanique sait que les plantes fleurissantes se répartissent, d'après la structure de leurs tiges, en deux grandes sections, les *endogènes* et les *exogènes* (Monocotylédones et Dicotylédones), réunies en un groupe plus général sous le nom d'*Angiospermes*. Mais à côté de ces grandes sections se trouve un autre groupe, celui des *Gymnospermes*, qui diffère des premiers par certains caractères importants, entre autres par la structure toute particulière de leur bois. Ce groupe de Gymnospermes se compose de deux types principaux, les *Conifères* (Pins, Sapins, etc.) et les *Cycadées*. Je crois que les travaux récents de quelques botanistes, et particulièrement ceux du professeur Williamson, d'Owen's College, confirment les vues de ceux qui pensent que la classe des Gymnospermes dérive d'un type cryptogamique qui est représenté à l'époque actuelle par les Lycopodes. Ce qui est certain, c'est que jusqu'à présent les restes fossiles de plantes

démontrent l'existence de plusieurs types de Gymnospermes pendant toute la longue période des formations carbonifère et permienne, époque où ne vivait encore aucune plante fleurissante, si ce n'est peut-être une seule endogène qu'on croit y avoir reconnue.

» Dans les dépôts de la période secondaire on trouve quelques vestiges d'endogènes, dont les affinités restent obscures; quant au type plus élevé des exogènes, on ne commence à en voir des traces que vers le milieu de la période crétacée. Plus haut, et tout d'un coup, se montrent dans des dépôts répandus sur tout l'hémisphère septentrional une multitude de plantes, de types très variés, mais qui, pour la plupart, ont tant de ressemblance avec les plantes aujourd'hui vivantes, que les paléontologistes n'hésitent pas à en faire rentrer un grand nombre dans nos genres actuels. Quelque incertitude qui règne sur la caractéristique de ces espèces, il n'en est pas moins certain que vers le milieu de la formation calcaire il a existé en Europe, dans le nord de l'Amérique et jusqu'au cercle polaire dans le Groenland, de nombreuses espèces d'arbres appartenant à des ordres naturels très divers, et voisines des espèces qui vivent aujourd'hui dans les zones tempérées chaudes et subtropicales. A partir de cette époque, l'histoire de la végétation dans les terres basses de l'hémisphère septentrional se continue presque sans lacunes, bien qu'on ne puisse douter qu'elle ne soit très incomplète. Très peu de ces anciens types ont disparu ; un grand nombre ont émigré vers des contrées plus chaudes, et quelques-uns ont continué à vivre dans la zone tempérée du Nord.

» Dans bien des cas nous pouvons établir des séries de formes intermédiaires entre ces espèces anciennes et celles d'aujourd'hui, de manière à les rattacher les unes aux autres en quelque sorte sans solution de continuité. La conclusion la plus générale qu'on en puisse tirer, est que, malgré de très grands changements survenus dans les conditions physiques de l'hémisphère septentrional, les formes et les caractères de la végétation n'ont été que très peu altérés. Mais si, au commen-

cement du dernier chapitre d'une histoire dont la fin nous est seule accessible, l'évolution des plantes phanérogames, et plus particulièrement des exogènes, était déjà arrivée au point où nous la voyons, où étaient, demanderai-je, les formes antérieures, les types ancestraux d'où sont sortis ceux de la végétation perfectionnée dont nous retrouvons les restes dans les couches de la terre? Où faut-il chercher ces types beaucoup plus anciens qui ont servi à combler l'intervalle, si embarrassant pour les botanistes, qui sépare aujourd'hui les endogènes des exogènes? Frappé de l'absence totale d'arbres exogènes dans les dépôts de fossiles les plus anciens, M. de Saporta, qui est une des autorités les plus compétentes sur ce point, est réduit à des conjectures, toutes, selon moi, plus improbables les unes que les autres. Il hasarde l'hypothèse que ce type de végétation peut s'être développé sur quelque point isolé du globe qui n'avait, à cette époque, aucune connexion géographique avec les régions fossilifères qui nous sont connues, ou bien que, sous l'influence de quelque cause mystérieuse, le procédé évolutif était alors extraordinairement rapide. Selon moi, il n'y a ici d'autre alternative que d'abandonner définitivement la doctrine de l'évolution, ou d'admettre que le point de départ de la végétation phanérogamique remonte à une époque immensément plus éloignée que celle que nous lui attribuons d'après les fossiles qui nous en restent. Toute la difficulté de la question vient de l'impossibilité de fournir des preuves.

» Je vais maintenant essayer de faire saisir la forte probabilité que la première apparition des plantes phanérogames a dû se produire dans des conditions telles qu'aucun vestige n'a pu nous en être conservé. J'ai à faire voir d'abord que les plus anciennes formes connues de la végétation, celles que nous trouvons dans les dépôts de la période carbonifère et de la période paléozoïque antérieure à celle-ci, se sont développées dans des conditions physiques très différentes de l'état de choses existant aujourd'hui, mais qu'en même temps, sur certaines parties de la terre, régnaient d'autres conditions qui ont dû imprimer un cours tout différent à l'évolution de la vie

végétale. Dans l'histoire physique du globe, considéré dans ses rapports avec la nature organique, il y a un événement d'une importance transcendante, auquel il ne me paraît pas qu'on ait donné jusqu'ici l'attention qu'il méritait : je veux parler du dépôt des grandes masses de charbon. Ce ne serait pas exagérer que d'estimer à 10 billions et demi de tonnes le poids du charbon dans les dépôts qui nous sont connus, et à une quantité pareille celui des couches qu'on n'a pas encore découvertes ou qui sont enfouies sous les mers. Cette évaluation nous donne 21 billions de tonnes de charbon, contenant approximativement 17 billions de tonnes de carbone, qui a dû être presque en totalité extrait de l'atmosphère à l'état de gaz carbonique. Pour former une telle masse de charbon, les plantes de cette époque ont dû dégager de sa combinaison plus de 45 billions de tonnes d'oxygène, augmentant par là d'environ 4 pour 100 la quantité de ce gaz dans l'atmosphère. Je laisse de côté tous les autres agents qui ont largement aussi contribué à diminuer la proportion d'acide carbonique de l'air depuis la période paléozoïque, me bornant à rappeler que la quantité d'acide carbonique de l'atmosphère actuelle est évaluée à 3 billions de tonnes, contenant 818 millions de tonnes de carbone. Ce qu'on peut inférer de là, et encore très probablement en restant au-dessous de la vérité, c'est que, dans les temps paléozoïques, avant le dépôt des couches de charbon, l'atmosphère contenait vingt fois plus d'acide carbonique qu'aujourd'hui et beaucoup moins d'oxygène.

» L'acide carbonique, tout le monde le sait, est plus pesant que les autres gaz de l'atmosphère, dans la proportion approchée de 3 contre 2. Si l'air demeurait en repos et que les rapports de ses gaz composants ne fussent pas troublés par la respiration des animaux et des plantes et par les industries de l'homme, la quantité d'acide carbonique de l'air irait en diminuant à mesure que la hauteur au-dessus du niveau des mers s'accroîtrait. Mais la proportion en est si faible relativement à celle de l'oxygène et de l'azote, l'atmosphère étant d'ailleurs sans cesse en mouvement, que cette inégale répar-

tition de l'acide carbonique nous échappe. Les plantes réduisent l'acide carbonique, les animaux le reconstituent et le rendent à l'atmosphère : là où la vie végétale l'emporte sur la vie animale et sur la combustion du carbone par l'industrie, ainsi qu'il arrive dans la plupart des régions montagneuses et entre les tropiques, la proportion d'acide carbonique diminue dans l'air; elle s'accroît au contraire dans les conditions opposées, mais les courants incessants de l'atmosphère, en mélangeant les gaz, nous rendent ces inégalités insensibles. Si l'atmosphère contenait vingt fois plus d'acide carbonique, on ne peut guère douter qu'il ne s'établît alors une sorte d'équilibre dans le sens vertical, suivant la densité respective des gaz; en d'autres termes, que la proportion d'acide carbonique n'allât en décroissant en raison directe de la hauteur. Un mathématicien consommé, mon ami le comte Saint-Robert, de Turin, a bien voulu, à ma demande, étudier cette question, et calculer ce que serait à des hauteurs successives la quantité d'acide carbonique dans une atmosphère telle que je viens de le supposer. Laissant de côté les fractions, voici sa réponse :

Au niveau de la mer, la quantité d'acide carbonique étant représentée par	100
A 3000 mètres ou 10 000 pieds de hauteur, elle le sera par	82
A 4000 mètres ou 13 000 pieds, par	74
A 5000 mètres ou 16 400 pieds, par	67
A 10 000 mètres ou 32 000 pieds, par	12,5

» La proportion d'acide carbonique qui existerait dans cette atmosphère serait encore considérable à la hauteur de 5000 mètres; mais à partir de ce point, elle diminue rapidement, et à 10 000 mètres elle est relativement très faible, presque aussi faible qu'on l'a observée quelquefois dans certains lieux à l'air libre et qu'on la trouverait dans un appartement où plusieurs personnes seraient réunies depuis quelques heures.

» Mais ce n'est pas seulement par la proportion d'acide carbonique de l'air que l'ancien climat des montagnes a dû différer de celui des plaines. Par suite de la haute température

qui régnait alors uniformément sur toutes les parties de la terre, l'air devait être imprégné de vapeur d'eau presque jusqu'au degré de saturation, et ces deux éléments, qui laissent passer librement les rayons de la lumière, mais sont opaques pour les radiations de la chaleur non lumineuse, ainsi que les recherches de Tyndall nous l'ont appris, ont eu pour effet de maintenir une température élevée et toujours égale sur les plaines. Les sommets des montagnes et surtout ceux des plus hautes, aujourd'hui à peine habitables pour les êtres organisés, se trouvaient dans des conditions physiques bien différentes. La limite des neiges éternelles sur les montagnes de l'époque paléozoïque devait être située beaucoup plus haut qu'elle ne l'est sur celles de l'époque actuelle, même sous l'équateur, et les plus hauts sommets ont dû éprouver, par la vicissitude des saisons, des alternatives de refroidissement et de réchauffement presque aussi marquées que celles d'aujourd'hui. Il y avait donc là des conditions d'existence incompatibles avec l'organisation des Cryptogames et des Gymnospermes des basses régions, et qui exigeaient de la part des organismes des adaptations spéciales, dont le résultat a été de donner naissance aux flores alpines de notre époque. C'est sur les hautes montagnes, je le répète et j'y insiste, que nous devons chercher l'origine des types les plus élevés de l'organisation végétale, types qui devaient finalement prévaloir à mesure que le globe se rapprochait de ses conditions physiques actuelles. Pendant l'incalculable série de siècles qui se sont écoulés depuis l'instant où la vie végétale a commencé à poindre sur la terre jusqu'au dépôt des couches carbonifères, les types des principaux ordres naturels se sont graduellement différenciés sur différentes parties du globe et graduellement répartis entre les diverses contrées, à mesure que les conditions d'existence leur devenaient favorables et suivant que la topographie de la surface leur permettait de s'étendre ou les tenait enfermés sur de moindres espaces. Par cette considération que plus une espèce a été originellement appropriée au climat froid des hautes montagnes, moins elle a pu, dans le cours subséquent de sa

carrière, se plier à des conditions physiques différentes, je suis porté à croire que la plupart de nos genres et peut-être la plupart de nos espèces montagnardes existaient déjà avant la fin de la période carbonifère, et j'ai quelque espoir que les observations accumulées de la géographie botanique confirmeront en définitive cette manière de voir.

» Vaste en elle-même, mais courte comparativement aux myriades d'années ou de siècles qui l'ont précédée, la période comprise entre la fin de l'âge du charbon et la fin de l'époque secondaire, où des fossiles végétaux commencent à se montrer, a dû, si mes vues sont correctes, être employée à la différenciation graduelle des tribus végétales pour les adapter aux nouvelles conditions d'existence qu'elles rencontraient en descendant de leur premier séjour. C'est à cette période que j'incline à reporter l'origine probable de beaucoup de groupes naturels aujourd'hui confinés dans les contrées tropicales et subtropicales, qui, insensiblement descendus des montagnes, se sont pliés aux conditions physiques de ce nouveau climat. Par là aussi s'expliqueraient les aires très circonscrites qu'occupent certaines familles, certains genres, et même certaines espèces aujourd'hui séparées de leurs congénères par de vastes espaces.

» Cela étant, nous devons nous attendre à trouver que les groupes, familles ou genres naturels, qui se sont les premiers adaptés aux conditions d'existence dans les pays de plaines, doivent être plus largement disséminés sur le globe que ceux dont l'évolution en ce sens s'est faite plus tard, et cela non-seulement parce qu'ils ont eu plus de temps pour se modifier, mais aussi parce qu'ils ont pu occuper des régions que la configuration changeante de la terre et des mers, postérieurement à leur arrivée, interdisait à de nouveaux venus. C'est ainsi, très probablement, que le Brésil, qui était primitivement une vaste région montagneuse, plus tard graduellement aplanie par des dénudations continuées pendant des siècles et des siècles, a pu se trouver, vers le commencement de l'époque secondaire, rattaché au continent de l'Afrique par un archipel qui s'étendait

à travers l'océan Atlantique équatorial. On s'explique par là que certaines familles et certains genres ont pu passer d'un continent à l'autre, tandis que d'autres groupes, qui n'étaient point encore préparés à cette migration, ont rencontré, après la disparition de l'archipel, la barrière infranchissable de l'Océan.

» Pendant le cours de la période tertiaire les climats se sont profondément modifiés dans l'hémisphère septentrional, et l'influence des latitudes semble s'être alors beaucoup mieux caractérisée dans les plaines basses qu'elle ne l'était aux époques précédentes. A mesure que ces changements de climats s'effectuaient, les plantes primitivement adaptées aux climats des montagnes descendaient de plus en plus nombreuses dans les plaines, celles qui étaient douées d'une organisation plus flexible se trouvant toujours en avance des autres et occupant de plus vastes étendues de pays. En même temps que le climat des régions polaires se refroidissait et devenait plus semblable à celui qui y règne aujourd'hui, beaucoup d'espèces alpines, largement répandues sur les montagnes, s'avançaient insensiblement vers les régions arctiques, autant que le permettaient les moyens de transport qui étaient à leur portée et quand elles ne rencontraient pas de barrières infranchissables, laissant derrière elles toutes celles que les obstacles physiques arrêtaient ou qui n'avaient pas encore été capables de se plier aux conditions du climat arctique, climat, il ne faut pas l'oublier, bien différent, sous plusieurs rapports essentiels, de celui des montagnes situées sous des latitudes plus basses.

» Le dernier chapitre de la longue histoire géologique de notre globe est celui de la période glaciaire. Je n'ai pas de raisons absolues pour contredire, sur ce point, les hypothèses émises par des hommes comme Darwin, Lyell et Hooker, non plus que celles du Dr Christ et de Grisebach. Je pourrais citer quelques plantes dont la présence actuelle sur les montagnes de l'Europe centrale peut dater de la période glaciaire, sans remonter plus haut; j'en pourrais nommer quelques autres qui y ont peut-être été apportées à une époque récente des montagnes du

nord de l'Asie; mais ce que je ne crains pas d'affirmer, c'est qu'on a exagéré au delà de toute mesure l'influence de la période glaciaire sur la distribution géographique des plantes et sur les climats de l'Europe. Même à l'époque du plus grand refroidissement, les sommets les plus élevés des Alpes n'étaient pas entièrement couverts de neige et de glace, attendu que nous reconnaissons très bien, aux traces qui en restent, la limite que les anciens glaciers n'ont jamais dépassée. Sur la zone moyenne de ces montagnes, les pentes situées au-dessus ou à côté de ces glaciers jouissaient d'un climat très peu différent de celui d'aujourd'hui. Selon moi, le seul effet de la période glaciaire sur les Alpes a été d'abaisser de 1000 à 2000 pieds (de 400 à 600 mètres) les niveaux des zones de végétation. Cette opinion pourra paraître aventurée; mais, sans entrer dans des détails qu'il serait trop long d'exposer ici, je puis en apporter une preuve directe en rappelant une découverte importante qui n'est pas due au hasard, mais à la sagacité du Dr Stoppani. Cet éminent géologue italien, en songeant que les glaciers, qui à l'époque de leur plus grande extension remplissaient les vallées des Alpes de Lombardie, avaient dû former des barrages et donner naissance à de petits lacs où s'étaient vraisemblablement accumulés des restes d'animaux et de plantes, a eu l'idée de faire des fouilles dans ces dépôts, et il a eu la bonne fortune d'y trouver ce qu'il cherchait. D'un de ces fonds de lacs, il a retiré, avec des os d'animaux fossiles, des fragments très reconnaissables d'Érable sycomore, de Buis, d'Orme, d'If, et des feuilles qui ont paru appartenir à une espèce indéterminée de Magnolia. Dans un autre dépôt de même âge, il a trouvé des fragments de Châtaignier, de Sapin, de Noisetier et de *Trapa natans*, plante aquatique aujourd'hui rare dans les lacs italiens, mais assez commune sur le versant nord des Alpes; il y a aussi trouvé un Noyer, qui me paraît n'être qu'une variété de notre espèce ordinaire, aujourd'hui étrangère à l'Europe à l'état sauvage. Il faut donc admettre qu'à l'époque glaciaire, les conditions cosmiques qui donnaient à la Scandinavie et aux îles Britanniques un climat d'une douceur excep-

tionnelle ont pris fin, et que l'augmentation des pluies, accompagnées d'un certain abaissement, peu considérable d'ailleurs, de la température, a eu pour conséquence une grande extension des glaciers sur toutes les montagnes du nord de l'Europe; mais il faut en même temps regarder comme absolument improbable que le climat de l'Europe moyenne se soit refroidi au point de permettre aux plantes alpines d'y descendre et de s'y établir.

» Les causes qui ont présidé à la distribution géographique des plantes sont un vaste sujet d'études, auquel on ne peut guère toucher sans être obligé d'entrer dans de longs détails; aussi n'aurai-je pas le temps de faire passer sous les yeux du lecteur toutes les preuves qui militent en faveur de la théorie que je viens d'exposer. Ce sujet se divise en plusieurs branches très distinctes, dont chacune demanderait à être discutée à part. Dans l'impossibilité de les suivre toutes, je me bornerai à citer quelques-uns des principaux faits, et l'on reconnaîtra, je l'espère, combien étroitement ils se lient à ma manière de voir.

» Si les différents groupes naturels de plantes, genres et familles, avaient été différenciés aux époques géologiques modernes, pendant lesquelles il est à peu près certain qu'il n'y a eu qu'un seul changement considérable dans la distribution des terres et des mers, nous devrions trouver une certaine uniformité dans leur distribution géographique; mais il n'en est point ainsi. Un botaniste qui, sans théorie préconçue, étudierait cette distribution des types largement disséminés, arriverait infailliblement à établir les relations les plus diverses entre les grandes masses continentales. Concédant que quelques types ont pu, même sur une grande échelle, s'éteindre et disparaître dans certaines régions, les faits connus n'en suggèrent pas moins la probabilité que de longs intervalles de temps se sont écoulés, et que de nombreux changements dans la topographie des terres et des mers ont eu lieu entre les dates de la dissémination des différentes familles naturelles et de leurs genres les mieux caractérisés. On ne saurait en douter quand on jette les yeux sur les cartes géologiques des trois époques

de l'oolithe, de la chaux et du tertiaire moyen; on y saisit d'emblée les rapports qui existent entre les flores des Alpes, des Pyrénées, des Carpathes et d'un autre massif montagneux dont je n'ai pas parlé, celui de la péninsule des Balkans, rapports tout à fait inattendus, où l'on voit en même temps, à côté de ressemblances, d'étranges contrastes entre des points peu éloignés, ce qui serait inexplicable dans l'hypothèse que la flore actuelle de ces montagnes est géologiquement moderne, et, par suite, que sa dispersion est plus moderne encore.

» Les contrastes de la végétation entre des groupes de montagnes voisines, et même entre les différentes parties d'un même groupe, nous font voir que, pour une très forte proportion de la flore alpine, les moyens de transport aux plantes ont fait défaut ou n'ont aidé à leur dissémination que dans une très faible mesure; on est par là autorisé à croire que lorsqu'une même espèce se montre sur des points très éloignés l'un de l'autre, cette dispersion remonte à une époque reculée, antérieure même à l'oolithe. Quels que soient les obstacles qui aujourd'hui retiennent les plantes montagnardes dans les localités qu'elles occupent et ne leur permettent pas d'en sortir, ils ont été bien plus grands et plus insurmontables encore pendant les périodes géologiques qui ont précédé celles dont je parlais tout à l'heure, puisque alors le continent de l'Europe était profondément découpé en larges et profondes baies et morcelé en archipels. Cependant nous avons de nombreux et curieux exemples d'espèces dont les divers habitat sont extrêmement éloignés les uns des autres, témoignant par là que la dispersion de ces espèces est extrêmement ancienne. C'est le cas, par exemple, d'une Gentiane alpine (*Gentiana pyrenaica*) des mieux caractérisées, qui n'a été trouvée jusqu'ici que dans la partie orientale des Pyrénées, à l'extrémité nord-est des Carpathes et en Asie Mineure. Beaucoup d'espèces, en outre, communes aux Pyrénées et aux Alpes orientales, manquent totalement dans la région intermédiaire.

» Le genre *Ramondia* n'est pas moins remarquable sous ce rapport. Les quelques espèces qui le composent habitent les

Pyrénées, la Serbie et la Thessalie, et un second genre qui en est très voisin (*Haberlea*), et n'est représenté que par une seule espèce, se montre sur les monts Rhodope. Ce sont là les seuls représentants européens d'une famille naturelle composée de deux tribus, dont l'une, presque exclusivement tropicale et américaine, est largement développée sur les Andes, tandis que l'autre, à laquelle appartiennent nos espèces d'Europe, fait pour ainsi dire le tour du globe entre les tropiques, et nous présente ses types montagnards multipliés surtout dans l'Himalaya. Il semble probable que la distribution géographique de ces espèces et de ces genres a été déterminée par le soulèvement simultané ou successif des diverses parties du grand axe montagneux qui a traversé l'hémisphère septentrional dans l'ancien monde, et que, dans la longue durée du temps qui s'est écoulé depuis, les formes intermédiaires entre ces espèces actuellement disjointes et isolées se sont éteintes.

» Je citerai encore un autre fait qui se lie à la distribution des plantes sur le globe. S'il y a quelque fondement dans la théorie que je viens d'exposer, nous devons nous attendre à trouver les flores les plus riches, celles qui se font le plus remarquer par la variété de leur végétation et le nombre d'espèces leur appartenant en propre, sur les masses montagneuses qui, au moins partiellement, n'ont pas été recouvertes par la mer depuis une époque géologique fort reculée. Sans doute des terres soulevées au voisinage d'autres terres qui en même temps s'affaissaient sous la mer, ont pu recevoir de ces dernières une partie quelconque de leur population végétale; mais comme règle générale, toute migration considérable d'une flore implique l'extinction d'un grand nombre d'espèces, et toute flore immigrée est moins riche que ne l'était celle de la région qu'elle a quittée. Pour des raisons suffisamment exposées par Darwin, la plus grande variété de types génériques ou d'un ordre plus élevé doit se montrer dans les régions où de grandes masses de montagnes ont été pendant de longs espaces de temps isolées les unes des autres et ont formé des îles sépa-

rées par des bras de mer assez larges pour empêcher l'échange des plantes que chacune de ces îles possédait.

» Il est remarquable en effet à quel point ces vues de l'esprit ont été confirmées par l'observation. Quelque grands qu'aient pu être les changements de niveau dans les différentes parties des Alpes, il est suffisamment démontré qu'une partie des Alpes orientales est restée émergée depuis l'époque paléozoïque, et il est extrêmement probable qu'il en a été de même de leur partie sud-occidentale, qui possède, comme tout le monde le sait, une flore beaucoup plus riche que la chaîne centrale. Le professeur Ramsay a parfaitement établi ce fait que, malgré qu'une partie des Alpes ait été surélevée de 4000 pieds (1300 mètres) vers le milieu de la période tertiaire, la hauteur de la chaîne, avant cet événement, était très probablement aussi grande qu'elle l'est aujourd'hui.

» Des raisons semblables s'appliquent avec plus ou moins de probabilité à d'autres chaînes de montagnes, où l'on observe de pareils mouvements de surélévation. A très peu d'exceptions près, et qui encore ne sont qu'apparentes, toutes les chaînes de montagnes qui se font remarquer par la richesse de leur flore et le grand nombre de leurs espèces endémiques ont fait partie d'anciennes masses continentales, et, à diverses époques, ont été isolées des régions circumjacentes, mais n'ont jamais été entièrement recouvertes par la mer. C'est ce qu'on voit dans les Pyrénées, les Carpathes, les Balkans, le Caucase et les montagnes de la péninsule hellénique ; et cela est également vrai des deux plus riches flores montagnardes que l'on connaisse, celles de l'Espagne et de l'Asie Mineure, qui, pendant de longues périodes, ont été découpées en archipels où s'est conservée l'ancienne végétation, mais où, par suite de la séparation de leurs diverses parties, les plantes ont été soumises à des modifications qui ont accru le nombre de leurs espèces et de leurs variétés. D'un autre côté, c'est par des causes tout opposées que s'explique la pauvreté relative de régions mal partagées sous le rapport de leurs flores, c'est-à-dire par le fait qu'elles n'ont émergé de l'Océan qu'à des époques comparati-

vement modernes. L'Italie et la Sicile nous en fournissent de remarquables exemples, et il n'est pas peu digne d'attention que les quelques espèces endémiques des montagnes de l'Italie se trouvent dans les Alpes liguriennes, qui, alors que la péninsule était encore sous l'eau, constituaient une île depuis le commencement de l'époque secondaire. Ces mêmes plantes existent aussi dans les Apennins méridionaux, dont l'ancienneté est probablement la même que celle des montagnes de la Ligurie. Les exceptions apparentes que nous offrent la Scandinavie et les îles Britanniques s'expliquent par le fait que ces deux contrées semblent avoir été presque entièrement submergées pendant un temps comparativement court après les dépôts tertiaires les plus récents. Autant que j'ai pu le vérifier, ce même rapport entre la richesse d'une flore et son ancienneté se confirme dans toutes les parties du monde, bien qu'il y ait en apparence deux remarquables exceptions à cette règle dans l'archipel des Canaries et celui des Sandwich. Il semble impossible d'expliquer les particularités de leurs flores sans admettre qu'à une date plus ou moins reculée, ils ont fait partie de quelque continent actuellement submergé, ou tout au moins qu'ils en étaient voisins; mais c'est là une question que, pour le moment, je laisse de côté, ainsi que beaucoup d'autres.

» Plus d'un lecteur de cette Note pourra m'objecter que, sur beaucoup de points, les preuves que j'ai données de ma théorie sont insuffisantes et que ma conclusion est au moins prématurée. J'avoue n'avoir rien à répondre à cette objection. Pendant les nombreuses années que j'ai consacrées à ce problème de la végétation montagnarde, j'ai à tout instant rencontré de nouvelles difficultés dans l'insuffisance des faits matériels qui pouvaient appuyer mes vues. La tendance à conclure avant l'heure est le danger constant de l'homme de science, et quoique je me sois tenu en garde contre cette fâcheuse disposition, je n'oserais pas assurer que je ne m'y suis pas quelquefois laissé entraîner. Il est du moins certain que, jusqu'à ce que notre planète ait été étudiée autant qu'elle peut

l'être, jusqu'à ce que nous la connaissions à fond, nous sommes perpétuellement exposés à nous tromper en déclarant qu'une chose n'est pas, par la seule raison qu'elle n'a pas encore été observée. La tâche de pousser plus loin l'étude de ce globe doit être laissée à la jeune génération qui s'élève, et j'estime que je n'aurai pas perdu mon temps si la discussion dans laquelle je viens d'entrer suscite des chercheurs qui, par leurs découvertes, ajouteront quelque chose à ce que nous savons déjà, quelle que puisse être d'ailleurs la conclusion finale de leurs travaux, pour ou contre les vues que j'ai exposées dans ce travail.

» Avant de finir, je tiens à citer encore un exemple de la valeur que peut avoir pour la philosophie naturelle un fait isolé, découvert par hasard, comme il s'en présente souvent au voyageur, même à celui qui ne sort pas de l'Europe. Il y a une petite plante assez commune en Norvége et dans le nord de l'Écosse, nommée *Trientalis*, et qui est remarquable entre toutes parce qu'elle est la seule plante européenne qui ait normalement sept étamines et une corolle à sept divisions. Il y a vingt ans on ne la connaissait, dans les Alpes, que dans deux localités de la Suisse, et l'éminent naturaliste Oswald Heer la regardait comme une plante immigrée du nord pendant la période glaciaire, et n'ayant jamais pu sortir de l'étroit espace où elle était cantonnée. Peu de temps après la publication de l'ouvrage d'Oswald Heer, en descendant un jour de rochers escarpés dans un des coins les moins fréquentés des Alpes méridionales, à cinq heures de marche des bosquets d'Oliviers et de Citronniers du lac de Garde, je fus tout à la fois surpris et charmé de voir sortir des fissures du granite les jolies étoiles à sept rayons du *Trientalis*. A peu près vers le même temps, des botanistes le découvraient dans une vallée du Frioul, à 80 milles plus à l'est; un peu plus tard, dans une des vallées centrales du Tyrol, et enfin sur un point très éloigné de là, dans les Alpes occidentales de la Savoie. Voilà comment des trouvailles tout à fait dues au hasard ont complètement changé nos idées sur l'origine probable de cette plante

dans les Alpes; au lieu d'y voir une étrangère récemment immigrée, nous devons aujourd'hui la regarder comme la descendante d'une ancienne famille autochthone, luttant péniblement contre des conditions défavorables et menacée d'une totale extinction.

» Si des faits de cette importance peuvent être découverts dans des parties de l'Europe comparativement bien explorées, que ne devrions-nous pas attendre des recherches de voyageurs éclairés dans les régions du globe qui n'ont été examinées que d'une manière superficielle ou qui sont encore totalement inconnues! J'appelle particulièrement leur attention sur ces humbles plantes qui habitent les sommets des plus hautes montagnes, qui croissent dans les crevasses des rochers ou bordent les amas de neiges éternelles. Tout ce qu'elles ajouteront à nos connaissances sera autant d'acquis pour l'histoire ancienne de la terre; elles seront les points de repère qui nous guideront dans la tâche de ressaisir les premières phases de la vie organique. Et ce ne sera assurément pas diminuer l'intérêt de ces recherches de croire que ces petites plantes, échappant aux vicissitudes qui ont bouleversé et si profondément modifié les antiques flores de la terre, nous représentent les premières formes des types les plus élevés de l'organisme végétal, et même que quelques-unes, restées immuables pendant l'inconcevable durée des âges géologiques, ont assisté, témoins impassibles, aux révolutions qui ont lentement détruit et renouvelé les formes multiples de la vie à la surface de notre planète. »

NOUVELLES OBSERVATIONS

SUR LES MODIFICATIONS DES VÉGÉTAUX

SUIVANT LES CONDITIONS PHYSIQUES DU MILIEU

Par M. Ch. FLAHAULT.

Il y a plus d'un an, j'accompagnai mon ami M. G. Bonnier dans un voyage en Scandinavie, entrepris dans le but de chercher à déterminer l'influence exercée par les conditions physiques du milieu sur les végétaux. Les résultats obtenus ont été publiés par nous dans un mémoire inséré aux *Annales des sciences naturelles* (1).

Quelques doutes ont été émis depuis au sujet de la valeur des conclusions que nous avions tirées de l'observation des faits (2). Je me décidai alors à entreprendre un second voyage pour porter de nouveau mon attention sur ces phénomènes. M. G. Bonnier, occupé d'autres travaux, ne put m'accompagner cette fois; je regrette vivement de n'avoir pu continuer avec lui des recherches auxquelles sa collaboration assurait plus de garanties de rigueur et d'exactitude. Si ces travaux offrent quelque intérêt, une part très large en revient certainement à mon collaborateur : la plus grande partie des observations faites dans la Scandinavie moyenne ont été recueillies en commun lors de notre premier voyage; je dois assumer seul la responsabilité de tout ce qui est relatif au nord de la Suède et à la Laponie, où j'ai passé plusieurs mois cette année.

Nous avons exposé précédemment quelques-unes des rai-

(1) G. Bonnier et Ch. Flahault, *Ann. sc. nat.*, 6e série, 1879, t. VII.

(2) M. Ramond, *Sur la végétation de la Norvége* (*Bullet. Soc. bot. de France*, 1879, t. XXVI, p. 9).

sons qui nous ont déterminés à choisir la Scandinavie pour y poursuivre nos recherches, je ne reviendrai pas sur ce point.

Il me paraît inutile de rappeler les différences que présentent les contrées boréales et les régions tempérées au point de vue de la lumière. Dans notre précédent mémoire, nous avons indiqué les moyennes de la durée de l'éclairement du 15 mai au 30 juillet, la déclinaison étant supposée la même pendant tout ce temps (1); on arrive à des résultats plus précis si l'on tient compte de la déclinaison de chaque jour, à midi, par exemple : les différences sont toutefois assez légères pour que nous puissions les négliger ici.

On sait que la coloration de la chlorophylle en vert, ou, pour parler plus exactement, le développement du principe bleu de la chlorophylle se produit par l'action des radiations lumineuses du spectre solaire. Il est rationnel de penser que partout où existent ces radiations lumineuses, elles produisent le même effet; il faut bien admettre que les mêmes rayons lumineux agissent toujours de la même façon : s'ils persistent pendant un espace de temps très long, ils doivent agir pendant tout ce temps, de même que leur action doit nécessairement cesser quand les rayons disparaissent.

On ne peut donc pas admettre que l'acide carbonique ne soit pas décomposé continuellement par la chlorophylle dans les contrées qui sont éclairées sans discontinuité par la lumière solaire.

Puisque cette action de la lumière se traduit surtout par la formation de composés ternaires carbonés, il faut nécessairement qu'il y ait une relation entre la quantité d'acide carbonique décomposé et la quantité de matières ternaires formées; les expériences de laboratoire nous le montrent tous les jours.

On ne saurait s'étonner, par conséquent, de voir les végétaux des contrées boréales ou arctiques accomplir toute leur évolution annuelle en un temps très court. On commettrait

(1) *Loc. cit.*, p. 116.

une grave erreur en comparant la durée de la période végétative dans les régions arctiques avec sa durée dans les Alpes : ce qu'il faut considérer, c'est le temps utile de cette période végétative, c'est-à-dire la quantité de lumière reçue. Si l'on se place à ce point de vue, on comprend que les végétaux qui commencent à végéter en juin en Laponie y aient accompli leur évolution et y aient mûri leurs graines en un temps beaucoup plus court que celui qui est nécessaire aux mêmes espèces dans les Alpes de l'Europe moyenne.

Quelques faits bien établis prouvent du reste la justesse du résultat auquel on est conduit par le raisonnement. L'Orge (*Hordeum vulgare*) semée en Finmark peut être récoltée mûre quatre-vingt-neuf jours après les semailles, tandis que dans le sud de la Suède elle nécessite environ cent jours pour arriver à maturité, bien que la température y soit plus élevée qu'en Finmark.

M. De Candolle, en déterminant la limite septentrionale de l'*Aquilegia vulgaris*, du *Radiola linoides* et de quelques autres plantes, a établi que ces plantes ne reçoivent pas dans la péninsule scandinave les sommes de température qu'elles exigent sous d'autres latitudes ; une lumière plus intense, qu'elle soit due à l'altitude ou à la latitude, abaisse le chiffre des sommes de température nécessaires à chaque espèce. Il admet qu'au delà du 60ᵉ degré de latitude la lumière compense la chaleur ; cette explication rationnelle n'a pourtant pas été admise universellement. J'avoue que je ne comprends pas les objections adressées par Grisebach à M. Schübeler au sujet de cette influence. Le savant géographe croyait avoir fait une observation « qui prouve que si la lumière prépare l'Organisme à l'exécution du travail dont il est chargé, l'accomplissement de la croissance dépend de la chaleur seule ». Cette observation est relative à ce fait que de l'orge semée dans une localité A aussi lumineuse mais moins chaude qu'une autre B, a exigé pour mûrir quatre semaines de plus que l'Orge semée en B. Il me semble qu'on ne peut en conclure qu'une seule chose, c'est que la lumière ayant été la

même des deux côtés, la chaleur a agi plus puissamment là où elle était le plus élevée (1).

Je crois cependant devoir faire des réserves au sujet de quelques-unes des observations de M. De Candolle. Il admet, et j'admets avec lui, que plus on avance vers le nord, plus la lumière directe ou diffuse remplace utilement la chaleur : les exemples que j'ai cités précédemment ne sont peut-être pas des preuves dans le sens rigoureux du mot, mais rendent au moins cette opinion fort probable. Je crois cependant qu'il n'est pas juste d'attribuer quelque influence au « ciel plus pur (2) »; il pleut en effet beaucoup plus en Norvége que dans la Grande-Bretagne.

Puisque la constance de la lumière favorise assez l'assimilation pour compenser la température trop faible reçue par certaines plantes, on doit admettre aussi qu'elle favorise l'emmagasinement des matières nutritives pour les espèces qui trouvent sous les hautes latitudes les sommes de température qui leur suffisent sous des latitudes moins septentrionales; ce doit être une des causes du grand développement des plantes vivaces dans les contrées boréales ou arctiques. Les plantes annuelles ne dépendant que des températures de l'été, relativement élevées dans ces contrées, y trouvent donc des conditions favorables. Les plantes vivaces trouvent sous la neige un abri contre le froid; mais en raison même de l'innocuité du froid de l'hiver à l'égard des plantes annuelles, c'est à d'autres causes qu'il faut attribuer la prédominance des plantes vivaces : il me paraît très vraisemblable que la durée de l'éclairement y joue un très grand rôle.

M. H. W. Arnell, dans un important mémoire sur le développement de la végétation en Suède (3), a calculé le temps que mettent les différents phénomènes de la vie végétale à avancer de 1° de latitude, de la Scanie vers le nord de la

(1) Grisebach, *la Végétation du globe*, p. 153.

(2) A. De Candolle, *Géographie botanique raisonnée*, p. 403.

(3) H. W. Arnell, *Om Vegetations utveckling i Sverige åren*, 1873-75 (*Upsala Univers. Årsskrift*, 1879).

Suède; il nous apprend que le jour de vingt-quatre heures étant considéré comme unité de temps, la floraison des plantes qui fleurissent en Scanie progresse de la façon suivante :

MOIS DE LA FLORAISON en Scanie.	TEMPS MOYEN que la floraison met à pacrourir 1 degré de latitude.
Avril.	4,3
Mai.	2,3
Juin.	1,5
Juillet.	0,5

La marche de ce phénomène a donc un maximum de vitesse en été; il en est de même des autres phénomènes végétatifs. Ce maximum ne saurait guère être attribué qu'à la durée de l'éclairement, car les travaux de M. Fritsch ont démontré que cet accroissement ne se produit pas en Autriche.

La lumière a donc sur la flore une influence générale très remarquable, puisqu'elle compense dans une mesure assez large le défaut de température.

L'action de la lumière est encore bien plus considérable sur les variations individuelles d'une même espèce.

Dès 1817, A. P. De Candolle considérait la durée de l'éclairement comme devant agir sur les feuilles et sur les fleurs (1).

Dans le mémoire fort instructif et trop peu connu que publia Læstadius en 1830 (2), ce savant mit en relief un grand nombre de faits intéressants relativement à l'action de la lumière sur les plantes de la flore laponne : « Flores perpetua luce » stimulati, nunquàm ferè clauduntur, quo facto majoresque » evadunt... sequitur eos eò grandiores atque ampliores fieri, » quò magis splendeat lumen... Hinc flores sub arcto, non » tantùm ampliores quam alibi terrarum, sed etiam colore » vivacissimo, corolla valdè speciosa superbiunt, idque, ni

(1) A. P. De Candolle, *Mém. sur la géogr. des plantes de France.* (*Mém. Soc. d'Arcueil*, t. III).

(2) Læstadius, *Loca parallela*, etc., 1830, p. 209 et suiv.

» fallor, ob lumen solare perpetuum, cujus vis ratione florum » in ampliando ac colorando sita est... Hæc ratio florum in » Lapponia Tornensi maximè perspicua... Lumen solare am- » pliores reddit flores atque coloratiores... » Il cite à l'appui de son affirmation une longue liste d'exemples, « aliis innu- » meris omissis », dit-il (p. 255); il en discute la valeur avec une rigueur que je recommande tout spécialement à ceux qui admettent la fixité absolue des caractères spécifiques.

Depuis, Grisebach (1), M. Ch. Martins (2), M. de Gasparin (3), de Baer (4), Fries (5), M. Schübeler (6), ont signalé un très grand nombre d'observations du même ordre : il en résulte d'une façon incontestable que les feuilles de beaucoup de végétaux sont plus grandes et plus vertes en Scandinavie que dans des contrées plus méridionales, que beaucoup de fleurs y sont plus brillamment colorées.

Les observations de M. Schübeler tendent à démontrer aussi que la proportion des matières nutritives emmagasinées par une plante est plus considérable en Norvége que dans le sud. M. G. Bonnier a fait aussi des expériences comparatives qui démontrent d'une façon évidente que le nectar est plus abondant sous les hautes latitudes que vers le sud de l'Europe (7).

C'est à la lumière qu'on attribue la plupart de ces variations; je ne crois pas pourtant que des expériences aient été faites

(1) Grisebach, *Vegetations Character von Hardanger* (1844). — *Végétation du globe*, p. 153-155.

(2) Ch. Martins, *Relation des expéditions à bord de la corvette « la Recherche »*, BOTANIQUE, t. II, p. 232.

(3) De Gasparin, *Mém. sur la radiation solaire* (*Ann. Société météorologique*, 1853.

(4) Voy. Grisebach, *Végétation du globe*, p. 318.

(5) Th. Fries, *Botaniska Notitser*, 1858 et 1865.

(6) Schübeler, *Væxtlivet i Norge*. Christiania, 1879. — Id., *Pflanzenwelt Norwegens*. Christiania, 1878.

(7) G. Bonnier et Ch. Flahault. *Ann. sc. nat. bot.*, 6e série, 1879, t. VII. — Voyez aussi : G. Bonnier, *les Nectaires, étude critique, etc.* (*Ann. sc. nat.*, 6e série, 1879, t. VIII), Schübeler, *Væxtlivet i Norge*, Christiania, 1879, p. 69 et 82.

pour reconnaître cette action d'une façon positive : aussi des botanistes très distingués, qui n'ont pas voyagé sous les hautes latitudes, ont-ils cru devoir repousser la possibilité de ces variations.

J'ai entrepris à ce sujet une série d'expériences; elles portent sur :

1° La grandeur des feuilles et leur richesse en chlorophylle.

2° Le développement des matières colorantes des fleurs.

3° L'emmagasinement des matières nutritives.

Les expériences ont été faites comparativement à Upsal et à Paris. Elles ont porté sur des plantes d'espèces et de variétés bien déterminées. On a récolté à Paris des graines de ces plantes; on en a fait deux parts, dont l'une a été semée vers le milieu de mai au jardin botanique d'Upsal; l'autre a été semée à la même époque au Jardin des plantes de Paris. On a choisi dans les deux jardins des endroits parfaitement découverts; la nature du sol est sensiblement la même des deux côtés. On sait, d'autre part, que la température des mois d'été est fort peu différente entre Upsal (59° 51′) et Paris (48° 50′); la quantité d'eau qui tombe annuellement pendant cette saison à Upsal est aussi sensiblement la même qu'à Paris.

D'autre part, on a récolté à Upsal des graines des mêmes espèces et des mêmes variétés autant que possible; on en a fait deux parts, dont l'une a été semée à Upsal, l'autre à Paris. On a agi de même avec des graines récoltées en Allemagne, à Erfurt.

M. le professeur Th. Fries et M. H. von Post, professeur à l'école d'agriculture d'Ultuna, près d'Upsal, ont bien voulu se charger de surveiller la partie des expériences que j'avais entreprise en Suède.

Je surveillai moi-même les cultures de Paris, avec l'aide de mon ami M. Bois, préparateur de botanique au Muséum. Quand je quittai la France pour aller en Suède, M. Bois voulut bien s'en charger seul, et le fit avec un zèle au sujet duquel je suis heureux de pouvoir lui exprimer toute ma reconnaissance.

Les expériences sur la coloration des fleurs purent être sui-

vies très attentivement; de nombreuses observations furent faites jusqu'au 20 septembre, avec toutes les garanties d'exactitude désirables.

Il n'en est pas de même des dimensions des feuilles et de la quantité de chlorophylle. Des raisons particulières m'ont privé d'un certain nombre des observations de Paris, je ne les signalerai donc pas; quant à la production des matières nutritives et à leur emmagasinement, la fin de l'été a été si humide en France, si belle au contraire en Suède, que je n'oserais encore rien conclure d'une façon positive sur ce point.

La durée moyenne de l'éclairement étant à Upsal de dix-sept heures quarante-neuf minutes entre le 15 mai et le 30 juillet, tandis qu'elle n'est que de quinze heures trente-huit minutes à Paris pendant la même période, les plantes cultivées à Upsal ont subi l'influence de la lumière en moyenne pendant deux heures onze minutes de plus à Upsal qu'à Paris, c'est-à-dire que pendant la période considérée, elles furent éclairées pendant dix mille quatre-vingt-sept minutes de plus dans la localité suédoise. Or cette action se produit pendant tout l'été; la différence dans la quantité de lumière reçue est donc extrêmement considérable.

Chacune des questions que j'ai étudiées présente quelques difficultés spéciales qu'il fallait résoudre.

Je traiterai donc séparément de chacune d'elles.

1° Grandeur des feuilles et richesse en chlorophylle.

Ne pouvant compter assez sur le résultat des expériences entreprises à Upsal, je n'en tiendrai pas compte maintenant; je me contenterai de citer quelques-unes des observations comparatives que j'ai faites sur la dimension des feuilles de quelques espèces sous différentes latitudes, dans des localités dont l'altitude est toujours assez peu élevée au-dessus du niveau de la mer pour pouvoir être négligée.

Les chiffres suivants expriment pour chaque localité la moyenne déduite de la mesure d'au moins une série de cent feuilles prises sur les rameaux de vieilles branches, à partir

du sommet. Toutes ces observations ont été faites sur des arbres isolés dans des localités découvertes, pendant les mois d'août et de septembre, c'est-à-dire à l'époque où les feuilles ont acquis leurs dimensions maxima. J'ai choisi, autant que je l'ai pu, des arbres situés sur des pentes sèches; j'ai recueilli un très grand nombre d'observations sur différentes espèces. Comme il était difficile de réunir à la fois toutes les garanties d'exactitude que je viens de signaler, je néglige la plupart des données que j'ai amassées; je dois dire cependant que toutes m'ont donné le même résultat, à savoir, que dans les mêmes conditions générales de température, d'altitude et d'humidité, les dimensions des feuilles sont plus grandes à mesure qu'on s'avance vers les hautes latitudes.

DIMENSIONS moyennes des feuilles.		*Göteborg* (57° 42′).	*Piteå* (65° 19′).	DIFFÉRENCE en faveur de la localité plus la septentrionale.
Betula odorata.	longueur moy. des feuilles.	0,054	0,062	0,008
	largeur................	0,045	0,050	0,005
		Upsala (59° 51′).	*Saltdalen* (67° 10′).	
Ulmus montana.	longueur moy. des feuilles.	0,17	0,20	0,03
	largeur................	0,09	0,12	0,04
Popul. Tremula	longueur moy. des feuilles.	0,085	0,123	0,038
	largeur................	0,075	0,094	0,019
		Göteborg.	*Saltdalen.*	
Cerasus Padus.	longueur moy. des feuilles.	0,12	0,145	0,025
	largeur................	0,07	0,085	0,015

Il me paraît inutile de donner une liste plus longue de chiffres dont la lecture serait fastidieuse; ces quatre exemples suffisent, je crois, à démontrer ce que j'ai dit au sujet de la grandeur des feuilles; les différences sont toujours en faveur de la localité la plus septentrionale. Si, au lieu de l'observer

sur des espèces arborescentes, on compare les feuilles de plantes herbacées, on trouve des différences bien plus considérables qui peuvent dépasser un cinquième, comme cela arrive pour l'*Aconitum septentrionale*, le *Geranium silvaticum*, etc.; mais les plantes herbacées vivaces sont soumises trop directement à des influences d'un ordre tout à fait secondaire, telles que la nature superficielle du sol, sa richesse en humus, etc., pour que j'en puisse tenir un compte très grand : je m'en tiendrai donc aux exemples qui, pour être moins frappants, sont fondés sur des observations plus sûres.

Du reste, les auteurs que j'ai cités comme s'étant occupés de cette question ont fait connaître un grand nombre de faits qui témoignent des dimensions énormes qu'acquièrent parfois les feuilles sous les hautes latitudes; j'en pourrais ajouter plusieurs autres. Les mesures comparatives que j'ai faites sur des plantes cultivées dans le Saltenfjord, en Norvége, par 67° 15′ de latitude (Betteraves, Pois, Pommes de terre), et sur les plantes spontanées dans la même localité, m'ont démontré que l'accroissement des dimensions est plus grand chez les plantes cultivées que chez les plantes sauvages; c'est sans doute une manifestation de la variabilité plus grande des plantes soumises à la culture depuis bien des générations.

En même temps que les dimensions des feuilles s'accroissent, la coloration verte des feuilles devient plus foncée; cependant cette teinte plus foncée n'implique pas une richesse plus grande en chlorophylle. On sait aujourd'hui, par les expériences de J. Böhm, de Sachs, de Famintzine, que la coloration plus ou moins vive des organes verts est due le plus souvent à la répartition variable des grains de chlorophylle dans les cellules; mais les dimensions des feuilles, toujours plus grandes sous les hautes latitudes quand toutes les autres conditions sont égales, et surtout le fait que toujours dans ces conditions les feuilles sont *en même temps* plus grandes et plus vivement colorées, me paraissent démontrer l'influence favorable qu'exerce la longue durée de l'éclairement sur le développement de la chlorophylle.

Nous savons que la durée de l'éclairement augmente avec

la latitude, qu'elle s'accroît jusqu'à devenir continue pendant toute la période végétative ; or de même que la prolongation dans la durée de l'éclairement est insensible dans les régions équatoriales, on n'y a jamais remarqué que les feuilles y présentassent les particularités dont nous parlons.

Elles ont au contraire vivement frappé les botanistes qui ont séjourné dans les contrées boréales : tout porte à croire que ce phénomène suit une marche parallèle à la durée de l'éclairement, que les dimensions des feuilles et leur richesse en chlorophylle sont, toutes les autres conditions étant égales, corrélatives de l'éclairement.

On a fait, il est vrai, diverses objections à cette manière de voir.

On a objecté que si cet accroissement était dû à la lumière, il devrait se produire régulièrement jusqu'à 68° 30′ de latitude, y atteindre un maximum qui se maintiendrait ensuite jusqu'au pôle.

On a cité quelques faits à l'appui de cette affirmation : par exemple, sous certaines latitudes élevées, on n'a pas remarqué cet accroîssement des feuilles. Cela est très naturel, si l'on considère des régions froides où l'été est fort court, où les températures estivales elles-mêmes sont très faibles ; les plantes ayant besoin d'une certaine somme de température pour se développer, le font pourtant d'autant plus vigoureusement que cette somme se rapproche davantage d'un certain optimum. Mais nous avons vu, d'autre part, qu'au voisinage des limites boréales des végétaux, la lumière peut compenser la chaleur et reporter ces limites vers le nord ; elle ne peut le faire évidemment qu'en fournissant à la plante des aliments que le défaut de température la force à consommer aussitôt.

Nous pouvons donc affirmer que lorsque toutes les conditions sont égales, l'accroissement des dimensions des feuilles est toujours corrélatif de celui de la lumière : quand la température fait défaut, la lumière peut la compenser dans une certaine mesure ; par cela même l'excès dans l'assimilation n'existe plus, puisqu'il sert pour ainsi dire à combler un déficit.

On a objecté que les feuilles et les organes végétatifs s'accroissent d'une façon spéciale dans les localités les plus humides. Je partage absolument cet avis. Mais c'est à Florö et dans la région du nord de Bergen, vers 61°-62° de latitude, que la péninsule scandinave est le plus humide. Or, d'après toutes les observations faites jusqu'ici, les feuilles s'accroissent au nord de cette région jusqu'au delà du 67e parallèle; elles s'accroissent aussi bien sur la côte suédoise de la Baltique, au climat sec, que sur la côte norvégienne, qui reçoit annuellement trois fois plus d'eau que la côte de la Baltique.

On a dit aussi que la grande quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air diminue nécessairement beaucoup l'intensité lumineuse, que cette diminution doit être assez grande pour compenser la longue durée du jour.

J'admets que la vapeur d'eau diminue l'intensité lumineuse des rayons solaires; mais je ne saurais admettre qu'elle puisse compenser la longueur du jour. En effet, les expériences de plusieurs physiologistes ont montré qu'une lumière très forte nuit au développement de beaucoup de feuilles; qu'une lumière vive détruit la chlorophylle (1). M. Famintzine a montré que des plantes semées à l'obscurité et transportées à la lumière verdissent moins vite si elles sont exposées à la lumière directe du soleil que si elles sont placées à l'ombre (2). De même si l'on place à la lumière du soleil de jeunes feuilles étiolées dont on a caché une faible partie, cette partie ombragée se colore en vert avant les parties qui recouvrent les rayons directs du soleil. Cet effet ne doit pas être attribué à une élévation locale de température, car des écrans ont été disposés de façon à intercepter les rayons solaires, tout en laissant les différentes parties dans les mêmes conditions de température.

Le verdissement des feuilles est donc favorisé par un éclairement de moyenne intensité; nous pouvons par conséquent admettre que *l'accroissement des feuilles sous les hautes latitudes*

(1) J. Sachs, *Manuel de physiologie végétale*. — J. Böhm, *Ueber die Verfärbung grüner Blätter im intensiven Sonnenlichte*. Berlin, 1878.

(2) Famintzine, *Mém. Acad. Saint-Pétersbourg*, 1866, t. X, p. 548-552.

a pour cause l'éclairement très long, mais d'intensité faible, dont elles subissent continuellement l'influence.

C'est la conclusion que M. Bonnier et moi avons tirée de nos précédentes observations (1).

Pour pouvoir préciser d'une façon complète l'action de l'intensité lumineuse sur les plantes, il faudrait : 1° avoir à sa disposition un moyen satisfaisant d'apprécier cette intensité : toutes les recherches poursuivies dans ce sens n'ont pas encore amené de résultats décisifs ; 2° avoir déterminé si, comme cela paraît fort probable, la lumière n'est favorable ou utile aux plantes qu'entre certaines limites encore indéterminées, variables pour chaque espèce. Les recherches récentes d'un grand nombre de physiologistes paraissent démontrer que les plantes possèdent un zéro spécial, un minimum particulier au-dessous duquel la lumière n'agit pas sur leur chlorophylle ; qu'elles possèdent aussi leur optimum et leur maximum ; il est probable que ces différents points sont plus élevés pour les plantes tropicales que pour les plantes boréales ; qu'il y a parallélisme entre les chiffres qui représentent les températures et ceux qui représentent les intensités lumineuses minima, optima et maxima de chaque espèce : mais les données que nous possédons sur ce sujet sont encore bien peu nombreuses et fort incertaines.

Quant aux difficultés spéciales auxquelles j'ai fait allusion, elles ont peut-être un intérêt moins restreint que les recherches dont je viens de résumer le résultat ; elles sont relatives à la présence ou au développement exceptionnel de matière verte dans les organes soustraits à l'action de la lumière.

On sait en effet que : 1° Les embryons de *Pinus* et de quelques autres Conifères ont leurs cotylédons colorés en vert intense au moment de la germination, alors même qu'ils sont encore cachés sous 1 ou 2 centimètres de terre compacte, bien que le vase dans lequel a lieu la germination soit soustrait à l'action de la lumière.

(1) *Loc. cit.*, p. 118.

2° L'embryon d'un certain nombre de plantes phanérogames, protégé cependant par des téguments fort épais, renferme de la matière verte.

3° On sait que les frondes de quelques Fougères développées dans l'obscurité profonde prennent une coloration verte tout à fait normale.

Ces faits s'expliquent d'autant plus difficilement, que dans toutes les expériences relatives à l'action de la lumière, on a reconnu que cette action est locale; qu'en dehors du point frappé par un rayon lumineux, la coloration verte ne se produit pas ordinairement.

La coloration verte est-elle due dans ce cas à de la chlorophylle identique à celle des feuilles développées à la lumière? Si la réponse est affirmative, dans quelles conditions s'est formée cette chlorophylle?

Il est facile de résoudre la question relative à la *matière verte des embryons enfermés dans la graine*. M. J. Böhm a déjà montré que si les graines de quelques plantes (*Acer*, *Astragalus*, *Celtis*, *Raphanus*) se développent à l'abri de la lumière, l'embryon ne se colore pas en vert. J'ai reproduit cette expérience sur les graines de *Viola tricolor*, d'*Acer pseudo-Platanus*, de *Geranium lucidum*, j'ai obtenu le même résultat.

La matière verte que renferment les embryons des plantes qui présentent cette particularité (*Evonymus*, *Raphanus*, *Tropæolum*, *Pistacia*, *Viscum*, *Citrus*, *Cephalaria*, etc., etc.) se présente généralement sous forme d'un protoplasma dense, homogène, coloré uniformément en vert, qui remplit les cellules (*Acer pseudo-Platanus*, *A. macrophyllum*, *Viola tricolor*, *Geranium lucidum*). Dans l'embryon du *Viscum album*, on trouve les cellules remplies de grains verts arrondis, de dimensions un peu plus faibles que ceux qui remplissent les cellules des feuilles et du parenchyme cortical de cette plante. Anatomiquement, cette matière a donc les caractères de la chlorophylle, mais dans la plupart des cas elle n'a pas atteint ce degré de différenciation qu'elle acquiert dans les conditions ordinaires.

Quant à son fonctionnement, il suffit de prendre des coupes

minces de l'embryon, de les placer entre deux lamelles, et de les étudier au microscope en les soumettant à l'action directe des rayons solaires, pour constater aussitôt un dégagement de bulles gazeuses qui persiste pendant plusieurs heures d'insolation. Au bout de ce temps, la matière verte n'a pas changé de caractères; je n'ai pu y découvrir des grains d'amidon. Craignant que le gaz dégagé ne soit pas de l'oxygène, et par conséquent qu'il n'y ait pas assimilation, je réunis dans des éprouvettes remplies d'eau un grand nombre d'embryons de *Viola* et de *Viscum;* je les renversai sur une cuve à eau comparativement avec une éprouvette renfermant autant de petites feuilles d'*Helodea* que l'une des premières renfermait d'embryons de *Viscum;* ceux-ci ont généralement une surface un peu moins grande que celle d'une feuille d'*Helodea.* Après quinze minutes d'insolation, les feuilles d'*Helodea* se chargèrent de bulles qui s'élevèrent dans l'éprouvette; la production de bulles se produisit aussi dans les éprouvettes contenant les embryons, mais elle fut plus lente. Après six heures d'insolation, les feuilles d'*Helodea* avaient dégagé près de 600 millimètres cubes; les embryons de *Viscum* n'en avaient produit qu'un peu plus de de 100 millimètres cubes. Il suffit de plonger une allumette presque éteinte dans l'éprouvette renversée pour constater que des deux côtés le gaz dégagé est bien de l'oxygène. Les embryons de *Viola* étant très petits, la quantité de gaz dégagé par eux fut trop faible pour que je pusse lui faire subir l'expérience classique de l'allumette éteinte; mais je pense qu'il ne doit rester aucun doute sur la nature du gaz produit par eux.

Dans les deux cas, nous avons donc eu affaire à un dégagement d'oxygène, et la matière verte contenue dans la graine est bien de la chlorophylle identique avec celle des feuilles qui ont subi l'influence de la lumière.

L'étude spectroscopique d'une dissolution alcoolique de cette matière verte prise dès la maturité de la graine dans les embryons d'*Acer pseudo-Platanus*, *A. macrophyllum*, *Astragalus glycyphyllos*, *Evonymus japonicus*, *Raphanus Raphanistrum*, *Pistacia vera*, confirme les résultats précédents; toutes

ces dissolutions présentent les bandes d'absorption caractéristiques de la chlorophylle, et notamment la bande très-limitée, très foncée, située entre les raies B et C de Fraunhofer.

Il suffit du reste de suivre le développement de l'embryon pour reconnaître que cette chlorophylle ne s'est pas formée à l'obscurité. Dans tous les cas que j'ai étudiés (*Viscum album*, *Viola tricolor*, *Tropæolum majus*, plusieurs espèces de *Geranium* et d'*Acer*), les téguments de la graine ou du fruit présentent au début un degré de transparence remarquable : l'albumen de *Viola* est pour ainsi dire liquide jusqu'à une époque très voisine de la maturité; dans tous les cas, la chlorophylle est formée dans l'embryon pendant cette période de formation de la graine, alors que la lumière pénètre facilement jusque dans les parties les plus profondes.

Ce qui nous intéresse le plus, c'est que cette chlorophylle se conserve ensuite pendant très longtemps à l'obscurité sans s'altérer aucunement, et toute prête à fonctionner dès que la lumière agit sur elle.

Du reste, on peut citer d'autres exemples de chlorophylle demeurée inaltérée à la suite d'un long séjour à l'obscurité.

J'ai semé au mois de février 1879 des spores de *Blechnum brasiliense* dans une serre, à une température à peu près constante de 25° centigr. Au commencement de mars, les prothalles naissaient et présentaient tous leur plus grande surface normalement au côté d'où leur venait la lumière. Quand ils eurent atteint de 1^{mm} à 1^{mm},5 de largeur (15 mars), je les plaçai à l'obscurité complète dans le but de voir au bout de combien de temps ils auraient consommé tout leur amidon et comment la chlorophylle se détruirait. Après trente-six heures de séjour à l'obscurité, je ne pouvais plus y découvrir d'amidon, malgré l'emploi des réactifs; mais le 15 juillet les grains de chlorophylle étaient encore verts, inaltérés, appliqués le long des parois cellulaires, tout prêts à fonctionner au premier rayon de soleil. Ce fait est d'autant plus intéressant que, comme M. Borodine l'a montré autrefois, les spores de Fougères ne germent pas

à l'obscurité, bien qu'elles renferment une petite quantité de matières nutritives.

Les embryons de *Pinus* et de *Thuia* ne se colorent en vert qu'au moment de la germination ; mais ils se colorent dans le sol, et bien que la culture ait lieu dans une chambre parfaitement obscure. L'étude anatomique montre que cette coloration verte est due à une quantité énorme de grains de chlorophylle bien constitués, un peu plus petits qu'ils ne le sont dans les feuilles ordinaires de la même espèce (*Pinus Cembra*). On peut en étudier le fonctionnement de la même façon que nous l'avons fait pour les embryons verts ; le dégagement d'oxygène n'est pas très rapide, mais il est très sensible.

La chlorophylle se forme donc ici sans intervention de la lumière.

Si la jeune plante de *Pinus* développée à l'obscurité y est maintenue indéfiniment, il vient un moment où, tout l'albumen étant absorbé par les cotylédons, la plante cesse de s'accroître : dès ce moment la chlorophylle s'altère rapidement ; les grains pâlissent, perdent leurs formes régulières, deviennent ratatinés ; ils se transforment finalement en gouttelettes d'huile de dimensions irrégulières. Si au contraire la plante est placée à la lumière avant le complet épuisement de la chlorophylle, les plantes continuent à s'accroître sans que rien révèle chez elles un état de souffrance.

C'est dans les mêmes circonstances que la chlorophylle se forme dans les feuilles produites par des rhizomes de *Nephrodium spinulosum* et de *N. Filix-mas* placés à l'obscurité la plus complète.

Je crois devoir rapprocher les faits précédents de ceux que j'ai observés sur les bulbes de l'*Allium Cepa* et de *Crocus vernus*.

Le 1er février 1879, je plantai à l'obscurité dix-huit bulbes de *Crocus vernus*, après en avoir disséqué deux pour déterminer exactement le degré de développement des différentes parties. En ce qui concerne les faits dont il est question ici, on pouvait constater déjà une différenciation en protoplasma

incolore et en grains de chlorophylle jaunes, dans les cellules du sommet de la feuille.

Les dix-huit bulbes ne tardèrent pas à se développer. Le 17 février, par une température constante de 25°, ils commencèrent à montrer l'extrémité de leurs feuilles ; malgré l'obscurité absolue, l'extrémité de ces feuilles était verte, les grains de chlorophylle s'étaient colorés.

Plusieurs bulbes d'*Allium Cepa* furent enfermés en novembre 1878 dans une boîte de métal, placée elle-même dans une armoire sèche et obscure. Le 10 avril 1879, ces bulbes avaient développé des feuilles de 3 à 5 centimètres de longueur, colorées en vert sombre ; toutes les cellules étaient remplies de grains de chlorophylle tellement serrés les uns contre les autres, que leur forme était polyédrique. Quelques-unes des feuilles furent enlevées et placées à la lumière sous des éprouvettes renversées, comparativement avec de jeunes feuilles vertes de *Zea Mays* présentant sensiblement la même surface; après une demi-heure d'action d'un soleil bien pâle, les feuilles d'*Allium* aussi bien que les feuilles de *Zea* dégageaient des bulles d'oxygène.

Les autres bulbes furent maintenus à l'obscurité, mais dans une atmosphère assez humide : les feuilles s'allongèrent en pâlissant, à mesure que les cellules devenaient plus grandes ; les grains conservèrent leur forme et furent capables d'assimiler jusqu'au moment où toute la matière nutritive du bulbe étant épuisée, il ne s'y trouva presque plus de glycose. Alors les grains s'altérèrent rapidement dans l'*Allium* comme dans le *Crocus;* ils perdirent la netteté de leurs formes, jaunirent dans l'espace de deux jours, et se transformèrent finalement en granules irréguliers d'aspect graisseux, solubles dans l'éther.

Dans tous les cas que nous venons d'étudier, la formation de chlorophylle verte dans les organes placés à l'obscurité accompagne la transformation des matières nutritives emmagasinées ; dans tous les cas, cette matière reste inaltérée tant que le végétal n'a pas épuisé ses réserves. Quand celles-ci ont

été consommées, la chlorophylle elle-même est détruite e disparaît très rapidement.

On ne connaît, que je sache, aucun cas où la chlorophylle se forme à l'obscurité sans que la plante ait à sa disposition des réserves plus ou moins abondantes.

Il me semble rationnel de penser que c'est aux dépens de la matière nutritive emmagasinée que la chlorophylle verte se forme dans les différents cas examinés plus haut.

Ces faits me paraissent intéressants en ce qu'ils montrent jusqu'à quel point, dans les expériences relatives à l'influence de la lumière, il faut tenir compte des réserves nutritives ; elles peuvent dans une certaine mesure remplacer la lumière, et préparer la plante à subir plus rapidement son influence.

2° Développement des matières colorantes des fleurs.

L'observation qui précède nous amène naturellement à traiter de la formation des matières colorantes des fleurs; nous verrons que les réserves nutritives [ont pour elles une importance bien plus grande encore.

On a beaucoup écrit sur les matières colorantes, sur leur nature, sur leur classification et leur développement. Un mémoire spécial de M. F. Hildebrand (1) résume l'état actuel de la question ; j'ai moi-même publié une note sur ce point il y a quelques mois seulement (2) : je crois donc inutile d'entrer dans de longs détails sur ce sujet. Cela me paraît d'autant plus inutile, que la question semble devoir entrer bientôt dans une voie toute nouvelle. Aucun travail n'a donné jusqu'ici des résultats satisfaisants sur la nature de ces matières colorantes, sur leurs caractères chimiques; plusieurs savants entrevoient aujourd'hui des relations étroites entre plusieurs d'entre elles et les hydrocarbures dont la science a enrichi l'industrie depuis quelques années. Je ne puis songer à aborder les recherches que nécessiterait un pareil sujet; aussi, négligeant absolument

(1) F. Hildebrand, *Die Farben der Blüthen*. Leipzig, 1879.
(2) *Bull. Soc. botan. de France*, 11 juillet 1879.

le côté chimique de la question, je ne m'en occuperai qu'au point de vue physiologique, pour essayer de montrer dans quelle mesure les matières colorantes des fleurs sont en relation avec la lumière.

D'après les nombreux travaux qui ont traité de la coloration des fleurs (1), la coloration jaune ou orangée serait due presque toujours à des grains protoplasmiques colorés : c'est à cette matière que MM. Fremy et Cloëz ont donné le nom de *xanthine* (2) ; à part de rares exceptions, toutes les autres colorations des fleurs (violet, bleu, rouge, etc.) seraient dues à des liquides contenus dans les cellules.

Dans tout ce qui va suivre, nous considérerons, d'une part la xanthine, ou pigment jaune, insoluble dans l'eau ; d'autre part, toutes les autres matières colorantes solubles dans l'eau. Je crois que cette distinction est suffisamment autorisée par les faits qui suivent.

Quelques expériences devenues classiques ont été faites par M. J. Sachs sur le développement des matières colorantes (3) ; M. Askenasy (4) a étudié de nouveau ce sujet. D'après M. J. Sachs, le développement de la couleur des fleurs est indépendant de l'action *locale* de la lumière ; elle se développe aux dépens de substances qui prennent naissance dans les feuilles sous l'influence de la lumière, et il suffit, pour que la fleur ait tout son éclat, que les feuilles continuent à subir cette influence ou que la plante soit pourvue de matières emmagasinées.

J'ai répété sur un grand nombre de plantes les expériences de M. J. Sachs, j'ai obtenu les mêmes résultats.

Si l'on choisit par exemple des variétés de Jacinthes (*Hyacinthus orientalis*) à fleurs très foncées, comme la variété rouge

(1) Voyez surtout : Morot, *Ann. sc. nat.*, 1850, t. XIII, p. 170 et suiv. — Trécul, *Ann. sc. nat.*, 4e série, 1858, t. X. — Schübler et Frank, *Untersuchungen über die Blüthenfarben*. Tubingen, 1825. — Hildebrand, *Pringsheim's Jahrbücher*, 1863, t. III, p. 59 et suiv.

(2) Fremy et Cloëz, *Comptes rendus*, t. XXXIX.

(3) J. Sachs, *Bot. Zeitung*, 1863 et 1865.

(4) Askenasy, *Bot. Zeitung*, 1876.

« *Charlemagne* », les variétés bleues « *fleur parfaite* » et « *prince Alexandre* », on ne trouve aucune différence dans l'éclat des fleurs épanonies à l'obscurité et à la lumière. Les unes comme les autres ont une coloration très intense, qui, pour les plantes développées à l'obscurité, tranche de la façon la plus remarquable sur la teinte blanchâtre des feuilles étiolées. M. Askenasy croit pourtant que les Jacinthes bleues demeurent plus pâles à l'obscurité qu'à la lumière ; l'expérience que je viens de citer et où j'ai eu soin de cultiver toujours les mêmes variétés à la lumière comme témoins, confirment pleinement le résultat obtenu par M. Sachs, quelle que soit la couleur des plantes observées.

J'ai fait quelques expériences pour essayer de reconnaître si réellement il y a quelque relation entre l'emmagasinement des matières nutritives et la coloration plus ou moins vive.

Si au début de l'hiver on enlève toutes les feuilles vertes que porte un rhizome de *Saxifraga ornata*, si on le place à l'obscu rité en ne laissant que le bourgeon de l'année suivante, les feuilles de ce bourgeon, en se développant ensuite, sont complètement incolores et étiolées; leur limbe est petit ; la hampe florale se développe, reste plus courte que dans les conditions normales; les fleurs ont une teinte beaucoup plus pâle que celles qui se sont développées à la lumière. On pourrait croire que cette teinte pâle est le résultat de la privation de la lumière directe ; mais, pour démontrer qu'il n'en est pas ainsi, il suffit de séparer la hampe florale du reste de la plante par une cloison opaque qui lui permet de se développer à la lumière, en laissant tout le reste de la plante à l'obscurité. Or les fleurs développées dans ces conditions à la lumière, mais sans que les feuilles aient pu assimiler, ne sont pas plus colorées que lorsque la plante entière s'est développée à l'obscurité.

Je crois pouvoir conclure de cette expérience que si la fleur est plus pâle dans le *Saxifraga*, c'est parce que les matières en réserve ne sont pas en quantité suffisante pour en permettre le développement complet.

La même expérience a donné les mêmes résultats avec

Hyacinthus romanus, *H. provincialis*, *Pæonia tenuifolia*, *Iris Chamæiris*. Dans ces espèces, la plante développée à l'obscurité donne des fleurs moins colorées qu'à la lumière du soleil ; or on remarquera que les bulbes ou les rhizomes de ces plantes sont beaucoup moins développés relativement que dans les *Tulipa*, *Crocus*, *Hyacinthus orientalis*, où la coloration est aussi vive à l'obscurité qu'à la lumière.

Ces faits prouvent seulement que le développement des matières colorantes n'est pas soumis d'une façon directe à l'action de la lumière.

M. Askenasy (1) a fait l'expérience suivante, plus décisive encore. Il a coupé des branches d'*Antirrhinum majus* et de *Digitalis purpurea* portant de jeunes boutons, mais complètement privées de feuilles ; il les a placées dans l'eau, à la lumière : elles ne développèrent pas de matières colorantes, bien qu'elles se fussent épanouies. J'ai répété cette expérience pour diverses plantes ; j'en ai obtenu le même résultat dans tous les cas où la matière colorante est liquide.

Les expériences suivantes démontrent, si je ne me trompe, que le développement des matières colorantes est en rapport avec l'assimilation actuelle ou avec la présence de réserves nutritives.

Le 24 août 1879, je trouvai à Arjeploug (Laponie) un coteau exposé au midi, couvert d'un gazon très bas, formé d'un petit nombre d'espèces de plantes parmi lesquelles le *Leontodon autumnalis* et le *Campanula rotundifolia* étaient de beaucoup les plus nombreux. J'enlevai soigneusement 30 plantes de chacune de ces deux espèces ; j'en replantai 15 après en avoir enlevé toutes les feuilles et en avoir retranché la plus grande partie de la tige souterraine, en ne laissant que les hampes florales couvertes de boutons et les jeunes racines ; quant aux 15 autres, je les replantai aussi, mais en leur laissant toutes leurs feuilles, leurs rhizomes complets, en ne retranchant que quelques racines, de façon qu'elles n'en possédassent pas plus que les premières. J'arrosai toutes les plantes après les avoir replan-

(1) Askenasy, *Bot. Zeit.*, 1876.

tées : toutes les conditions étaient ainsi les mêmes entre les deux lots de chaque espèce, sauf que l'un possédait des feuilles et des réserves, tandis que l'autre n'en possédait pas. Le 6 septembre, je revins à Arjeploug ; le temps y avait toujours été beau pendant mon absence ; je retrouvai mes plantes. Je les enlevai soigneusement. Toutes avaient épanoui leurs fleurs, mais les 15 pieds de *Leontodon* que j'avais privés de leurs feuilles et de leurs rhizomes présentaient une coloration jaune telle qu'elle est indiquée sur la planche 9 (*Leontodon*, Paris), tandis que les autres avaient une teinte orangée beaucoup plus vive. Les 15 plantes de Campanule privées de feuilles et de réserves avaient des fleurs colorées en bleu pâle, plus petites du reste que normalement ; les autres étaient colorées en bleu violet très intense (pl. 9, *Campanula*, Arjeploug).

Je crois pouvoir conclure de ces expériences, que réellement *la coloration des fleurs est corrélative de l'assimilation actuelle ou de la présence de réserves nutritives.*

On trouve des grains de chlorophylle plus ou moins abondants dans les pétales de quelques fleurs, par exemple dans l'*Anemone fulgens*, le *Gentiana acaulis*. Cette chlorophylle, mélangée au liquide coloré rouge ou bleu, assimile et contribue dans une faible mesure à la coloration de la fleur ; des expériences très faciles le démontrent pleinement. Il suffit par exemple de placer à la lumière, à la surface d'une couche d'eau, des fleurs de *Gentiana acaulis* ou d'*Anemone fulgens* qui se sont épanouies à l'obscurité comparativement avec d'autres fleurs épanouies à l'obscurité, mais ne possédant pas de chlorophylle : les premières se colorent sous l'action de la lumière, les secondes conservent exactement la coloration qu'elles avaient avant d'être placées à la lumière, comme il est facile de le reconnaître en les comparant avec les témoins qu'on a eu soin de conserver dans l'obscurité.

Il résulte de ce que la matière colorante soluble des fleurs ne dépend pas directement de la lumière, qu'elle peut être formée dans le bouton dès le jeune âge, alors que les pétales sont encore cachés sous un abri épais et opaque ; c'est ce qui

arrive pour beaucoup de *Pelargonium*, les Malvacées, les Papavéracées, chez lesquels on trouve presque toujours les pétales très brillamment colorés, longtemps avant l'épanouissement du calyce.

Les matières colorantes jaunes se comportent tout autrement, quand elles se présentent sous forme de grains.

Ces pigments jaunes ont des caractères très nets, homogènes; les recherches anatomiques, physiologiques et spectroscopiques de M. Trécul, de M. Kraus, de M. Wiessner, de M. Pringsheim, paraissent mettre hors de doute que ces pigments sont le résultat d'une modification de la chlorophylle. Ils présentent en effet, d'une façon générale, les mêmes réactions que la matière verte (1). J'ai fait sur quelques plantes (*Ranunculus*, *Galeobdolon luteum*, *Doronicum plantagineum*, *Alyssum saxatile*, *Cypripedium Calceolus*, *Azalea chinensis*, *Uvularia grandiflora*, *Primula*, *Cheiranthus*, etc.) des observations qui confirment pleinement cette manière de voir. Ces pigments sont verts au début du développement de ces fleurs; ils présentent tous les caractères anatomiques de la chlorophylle, colorant ordinairement tout d'abord l'ensemble du corps protoplasmique en vert, comme cela arrive dans les jeunes feuilles ou dans les embryons verts; plus tard ils se séparent en grains arrondis, qui pâlissent peu à peu, jaunissent, se corrodent et finissent par se diviser en une quantité de granules irréguliers colorés en jaune plus ou moins vif.

Il arrive souvent que les grains verts ne se divisent pas et que le pigment n'ait fait que se colorer en jaune (*Eranthis*, *Forsythia*, *Tussilago Farfara*).

Si l'on place à l'obscurité des fleurs à pigment jaune encore très jeunes, en laissant tout le reste de la plante à la lumière, ces fleurs épanouies sont notablement moins colorées relativement que des fleurs à matières colorantes liquides placées dans les mêmes conditions : on l'observe facilement pour les *Ranunculus macrophyllus*, *R. cassius*, *Erysimum goniocaulon*, *Achillea*

(1) *Bull. Soc. bot. de France*, 11 juillet 1879.

tomentosa, *Brassica campestris*. Il me semble qu'on peut en conclure que ces fleurs jaunes trouvent en elles-mêmes une partie des éléments nécessaires à leur développement.

J'ai dit qu'il n'en est pas ainsi pour les fleurs colorées par une matière soluble : le *Stylophorum ohioense*, par exemple, coloré en jaune orangé très éclatant par une matière soluble, n'est nullement influencé par la lumière directe.

Les expériences précédentes m'ont paru nécessaires pour qu'on puisse arriver à reconnaître de quelle façon et dans quelle mesure la coloration des organes floraux est influencée par les variations dans la quantité de lumière reçue par les feuilles, autrement dit par les variations dans l'assimilation.

J'ai cité plus haut les observations nombreuses d'où il résulte que les fleurs sont plus colorées sous les hautes latitudes ; j'ai montré que ce phénomène n'est pas proportionnel à la latitude, mais, autant que de simples observations permettent d'en juger, proportionnel à la durée de l'éclairement ; j'ai signalé les principales objections qui ont été faites à cette manière de voir, et j'ai répondu à celles qui s'appliquent aussi bien à la dimension et à la coloration des feuilles qu'à la coloration des fleurs.

M. Hildebrand, tout en adoptant l'opinion que le développement des couleurs est en relation avec la présence de matières nutritives emmagasinées, croit cependant devoir admettre que « la lumière influe d'une façon très différente sur la formation « des matières colorantes bleues ou rouges chez les différentes plantes » (1). Or, les exemples qu'il donne de plantes sur la coloration desquelles la lumière n'a pas d'action, ou n'a qu'une action faible, sont précisément des plantes généralement pourvues de réserves ; au contraire, il cite le *Silene pendula* et d'autres plantes comme soumis à un haut degré à l'action de la lumière. Quant au fait que quelques plantes, l'*Orchis ustulata* par exemple, ne se colorent à l'obscurité qu'en certains points déterminés, il n'est pas plus facile de l'expliquer aujour-

(1) F. Hildebrand, *Die Farben der Blüthen*. Leipzig, 1879.

d'hui que la propriété qu'ont les corolles de beaucoup de plantes de ne se colorer qu'en certains points fixes, quelquefois très limités, sans qu'aucun phénomène extérieur paraisse agir sur cette localisation.

Enfin, M. Hildebrand, après avoir cité quelques-unes des observations que j'ai rappelées, d'après lesquelles la coloration est plus intense sous les hautes latitudes, croit devoir conclure que la coloration plus vive des plantes arctiques est en relation avec la proportion des poussières répandues dans l'atmosphère qui est beaucoup moindre dans les terres polaires que plus au sud. Je me contenterai de faire observer à ce sujet que les fleurs sont beaucoup plus vivement colorées dans les corbeilles que l'on plante au milieu des places publiques et des jardins de Copenhague, de Göteborg et de Stockholm, où l'on ne peut admettre que les poussières atmosphériques ne soient en très forte proportion.

De tout ce qui précède, il ressort, je pense, d'une façon évidente, que la lumière agit sur la coloration des fleurs, non pas directement, mais en favorisant l'assimilation et l'emmagasinement des matières nutritives. La coloration des fleurs n'est qu'un des phénomènes nombreux qui peuvent s'accomplir en dehors de toute intervention actuelle de la lumière, aux dépens de la matière assimilée antérieurement sous l'influence de cette force.

Comme je l'ai dit, nous n'avons pas encore une connaissance suffisamment précise des relations générales de la lumière avec l'activité de la végétation; nous ne pouvons affirmer encore dans quelle mesure certains degrés d'intensité lumineuse peuvent être favorables ou nuisibles à chaque espèce; on ne connaît pas du tout la valeur du minimum, de l'optimum et du maximum de lumière qu'exige chaque plante. Mais cette difficulté étant admise, on peut cependant reconnaître quelle influence exercent des différences d'intensité lumineuse assez grandes pour être perçues par nos sens.

On peut surtout étudier l'influence qu'exerce la durée de l'éclairement, dans des conditions d'intensité lumineuse

aussi peu différentes que possible; nous savons que l'intensité lumineuse devient nuisible à la végétation quand elle devient très grande, qu'une lumière faible est favorable au développement de la chlorophylle. Nous devons chercher à reconnaître maintenant comment agit sur la coloration des fleurs l'accroissement de la durée du jour, qui agit, nous l'avons vu, pour augmenter les dimensions des organes pourvus de chlorophylle.

Je ne reviens pas sur les observations que j'ai citées, c'est par l'expérience qu'il faut déterminer ce phénomène. J'ai dit que des expériences comparatives ont été entreprises à Upsal et à Paris. Des graines de quelques espèces et de quelques variétés bien déterminées ont été récoltées à Upsal, à Paris et à Erfurt; chacun des lots a été divisé en deux parts, dont l'une a été semée à Paris, l'autre à Upsal, dans des conditions aussi identiques que possible quant aux caractères physiques et minéralogiques du sol; les plantes ont été semées à la même époque, plantées des deux côtés en des points découverts; les observations comparatives ont été faites en même temps à Paris et à Upsal.

La plus grande difficulté consistait à apprécier les différences de teinte que peuvent présenter les fleurs. Il était impossible de songer à accorder quelque valeur à des expériences dont les résultats ne pourraient être appréciés d'une façon rigoureuse; j'ai employé, pour déterminer exactement la valeur des différentes teintes, une échelle des couleurs publiée par la Société sténochromique de Paris et basée sur les données émises autrefois par M. Chevreul (1). Ce tableau comprend quarante-deux couleurs types, avec les teintes graduées qu'elles présentent successivement du ton le plus foncé (noir) au blanc. Chacune de ces quarante-deux gammes se compose de vingt et une teintes ou tons différents, de sorte qu'il est presque toujours facile de rapporter exactement les couleurs des fleurs à tel ou tel ton. Cependant elles présentent

(1) Chevreul, *Moyen de définir et de nommer les couleurs d'après une méthode précise et expérimentale.* Paris, F. Didot, 1861.

quelquefois des teintes si spéciales, des caractères de nuances si délicates, qu'elles ont échappé à toute appréciation comparative.

Une de ces échelles de couleurs fut mise entre les mains de M. Bois, qui fit avec moi un certain nombre d'observations qu'il continua ensuite après mon départ. Les observations ont été nombreuses des deux parts ; elles se sont succédé pendant une partie de l'été. Lors de chaque observation, on notait simplement la couleur mère et la teinte correspondante ; comme un certain nombre de plantes de chaque variété ou de chaque espèce étaient cultivées à la fois, il se présentait naturellement de faibles différences individuelles.

Toutes les observations ont été faites sur les fleurs complètement épanouies; pour éviter toutes les erreurs dues à l'âge de la fleur, qui en modifie souvent la couleur d'une façon considérable, on les a observées toujours au moment où les anthères s'ouvrent pour mettre le pollen en liberté.

Des deux côtés on a pris la moyenne entre les extrêmes, qui dans une même localité ont, du reste, varié fort peu.

Ces expériences ont porté sur les espèces et variétés suivantes :

Tagetes erecta.
T. lucida.
Eschscholzia californica.
E. californica albo-rosea.
E. californica aurantiaca.
Lobelia Erinus.
Impatiens Balsamina (*Camellia*).
Phlox Drummondi.
P. Drummondi atropurpurea.
P. Drummondi rosea.
P. Drummondi à gr. fl. rouges éclatantes.
Antirrhinum majus.
A. majus (Galatée).
A. majus (Brillant).

Les teintes de l'*Impatiens Balsamina* n'ont pu être comparées d'une façon assez précise pour que j'indique le résultat qu'elles m'ont donné.

L'*Eschscholzia californica* (*aurantiaca*) n'a présenté aucune différence entre Upsal et Paris ; la teinte en était extrêmement vive des deux côtés.

Toutes les autres espèces ou variétés ont donné à Upsal des fleurs plus vivement colorées en Suède qu'à Paris, quelle que soit du reste leur provenance.

La planche 9 met en relief ces différences pour les variétés où elles ont été déduites du plus grand nombre d'observations.

Les six exemples que représente la planche montrent bien que ces différences se produisent pour différentes couleurs ; toute explication de cette planche serait inutile, un simple coup d'œil suffit pour en donner toute l'explication.

On m'a objecté avec beaucoup de raison qu'on ne pourrait rien conclure de définitif d'expériences faites sur des plantes horticoles, auxquelles la culture a fait subir beaucoup de variations et qui ont acquis une variabilité extrême. Aussi ai-je multiplié les observations sur les plantes spontanées. Je ne les ai pas semées dans un jardin botanique ; je n'ai pas entrepris d'expériences spéciales sur ces plantes, je me suis contenté de faire un grand nombre d'observations comparatives que M. Bois poursuivit de son côté à Paris ou aux environs de Paris.

La planche 9 donne aussi le résultat obtenu par l'observation des quatre espèces spontanées chez lesquelles les différences sont le plus considérables ; ce sont : *Epilobium spicatum*, *Calluna vulgaris*, *Leontodon autumnalis*, *Campanula rotundifolia*. Mais comme les observations sur ces plantes ont été moins nombreuses que sur les plantes cultivées, je n'ai pas cru pouvoir prendre une moyenne. La planche 9 représente les teintes les plus foncées obtenues, d'une part à Paris ou aux environs de Paris, d'autre part dans diverses localités de la Laponie pendant les mois d'août et septembre 1879. Les observations comparatives ont aussi porté sur d'autres espèces : il y en a certainement dont la teinte ne varie pas sensiblement avec la

latitude, mais un très grand nombre d'espèces y présentent une coloration plus vive, plus intense. Il me suffira de citer les plantes suivantes pour lesquelles la différence a été un peu moins grande que pour les quatre espèces précédentes.

Geranium silvaticum.
Saxifraga aizoides.
Ranunculus acris.
Thymus Serpyllum.
Myosotis silvatica.
Trifolium pratense.
Origanum vulgare.
Viola tricolor v. arvensis.
Taraxacum Dens-leonis.

Peut-être pourrait-on reconnaître que certaines couleurs varient plus facilement que d'autres; je suis porté à croire qu'il en est ainsi pour le jaune dû à des grains de pigment. Mais mes observations n'ont été faites que pendant les mois d'été; or, on sait que la proportion des fleurs de telle ou telle couleur varie avec les saisons. Pour pouvoir conclure sur ce point, il faudrait par conséquent poursuivre des observations pendant toute la durée d'une période végétative annuelle.

Il me paraît hors de doute maintenant que les variations observées depuis si longtemps dans les contrées septentrionales, au point de vue de la coloration des fleurs, sont dues, aussi bien que l'augmentation des dimensions des feuilles, à la durée de l'éclairement, comme M. Bonnier et moi l'affirmions il y a un an.

3° Emmagasinement des matières nutritives.

De ce que l'éclairement plus long dans les régions septentrionales favorise le développement des parties vertes; de ce que la coloration des fleurs soumise à l'assimilation ou à la présence de réserves nutritives est plus forte dans ces contrées que dans les pays méridionaux, on peut déduire que *probablement* les matières nutritives emmagasinées par les plantes le

sont aussi plus abondamment vers le nord que sous des latitudes méridionales quelques expériences de M. Schübeler (1) : confirment cette manière de voir d'une façon assez concluante pour que je n'eusse pas songé à répéter ces expériences si elles avaient porté sur des plantes plus nombreuses.

J'ai donc cultivé dans des conditions aussi identiques que j'ai pu les obtenir un certain nombre de variétés de plantes cultivées pour leurs réserves nutritives.

M. Vilmorin, toujours prêt à rendre service à ceux qui essayent de contribuer aux progrès de la science, a bien voulu mettre à ma disposition quelques-unes des variétés qui lui ont paru les plus favorables à des cultures comparatives en Suède et en France. M. H. von Post, le savant professeur de l'École royale d'agriculture d'Ultuna, a mis à ma disposition les variétés cultivées en Suède qui lui ont semblé pouvoir donner les meilleurs résultats; il a eu la bonté de diriger lui-même la culture de ces plantes à l'école d'Ultuna ; une autre part en fut cultivée au jardin botanique d'Upsal ; une troisième au Jardin des plantes de Paris. J'ai dit que des circonstances accidentelles m'ont privé d'une partie des observations de Paris ; en outre l'automne y a été excessivement pluvieux cette année, tandis qu'il a été remarquablement beau et sec en Suède : il en résulte que les produits ont été à Paris probablement inférieurs à ce qu'ils auraient dû être. Du reste, tant de causes influent sur le résultat des cultures au point de vue des réserves, que je ne me permettrai pas de tirer aujourd'hui une conclusion des données que j'ai recueillies ; j'espère que, grâce au dévouement si désintéressé que j'ai rencontré à l'université d'Upsal, je pourrai poursuivre pendant plusieurs années des expériences qui ne sont pas moins intéressantes au point de vue de la science pure qu'au point de vue de l'agriculture. Je me contenterai de dire que mes recherches portent sur des plantes de nature très diverses, telles que différentes variétés de Blé, d'Orge, de Maïs, de Pois (*Pisum sativum*), de Betterave, de

(1) Schübeler, *Væxtlivet i Norge*. Christiania, 1879. — *Pflanzenwelt Norwegens*. Christiania, 1878.

Pomme de terre. Ces plantes étant cultivées pour des produits divers et dépendant de conditions climatiques très différentes, il est impossible, on le comprend, de se contenter du résultat d'expériences faites pendant une seule année.

LIMITES DE VÉGÉTATION DES PLANTES EN SCANDINAVIE.

Pendant que je poursuivais les recherches que je viens d'exposer sur l'action de la lumière, je n'ai pas négligé d'étudier un certain nombre d'autres problèmes relatifs à la distribution des végétaux : la solution de ces questions présente de grandes difficultés en raison de l'ignorance où l'on est le plus souvent des données qui devraient être les bases essentielles de ces recherches; je ne puis exposer encore les résultats que j'ai obtenus. Tous ceux que ces problèmes intéressent ont remarqué combien il est regrettable que certaines questions fort importantes n'aient pas été traitées d'une façon réellement scientifique. Il me paraît donc essentiel d'employer tous les moyens pour arriver à donner un caractère plus rigoureux à leur étude.

Les travaux importants publiés depuis le commencement du siècle sur la distribution des végétaux en Scandinavie ont eu évidemment la plus grande utilité : ce sont des documents fort précieux pour ceux qui veulent acquérir une connaissance raisonnée de la flore du pays.

Il y a quelques années, ils auraient dû satisfaire les esprits les plus exigeants; il n'en est plus de même aujourd'hui. Depuis quelques années, la météorologie a fait des progrès inattendus; des instituts ont été créés dans presque tous les pays; beaucoup d'entre eux ont pu grouper autour d'eux un grand nombre d'hommes zélés dont les observations ont eu pour résultat de faire connaître peu à peu le climat du pays jusque dans ses détails : à ce point de vue, la Scandinavie occupe incontestablement une des premières places. Grâce à l'activité des professeurs chargés de diriger les services météorologiques; grâce à l'intérêt que les hommes les moins instruits accordent à ce

genre d'études, aucune des questions relatives aux phénomènes climatiques dans les pays scandinaves n'a été négligée, et l'on a pu dresser des cartes fort instructives.

Ce qu'il y a d'intéressant dans la distribution géographique actuelle des êtres vivants, ce n'est pas la répartition des espèces en elle-même, mais la relation qui existe entre le climat et le développement de la vie. Depuis un petit nombre d'années on a publié dans cet ordre d'idées quelques intéressants travaux, dus surtout à MM. De Candolle, Quetelet, Linsser et Fritsch.

L'observatoire météorologique de l'université d'Upsal nous en fournit deux très remarquables : l'un sur les époques d'arrivée des Oiseaux de passage en Suède, par M. V. C. Gyllenskjöld (1879) ; l'autre sur le développement des végétaux à la suite de l'hiver, par M. H. W. Arnell (1878). Chacun de ces mémoires comprend quelques cartes fort instructives.

A propos de l'influence générale de la lumière, j'ai déjà eu l'occasion de signaler quelques-uns des résultats acquis par M. Arnell; Il me paraît utile de signaler encore les suivants : Du sud de la Suède à Haparanda, au fond du golfe de Botnie, la maturation des fruits emploie en moyenne générale 1,5 jour pour avancer de 1° de latitude; la foliaison le parcourt en 2,3 jours; la chute des feuilles emploie en moyenne 2,3 jours pour parcourir la même distance en sens inverse. Ces moyennes sont déduites d'environ 30000 observations faites sur tous les points de la Suède.

Depuis, M. Hildebrandsson, le savant professeur de météorologie de l'université d'Upsal, et M. Rundlund, dans un mémoire sur la prise et la débâcle des glaces en Suède (1879), ont mis en relief ce fait, que le développement de la végétation et la débâcle des glaces suivent exactement les mêmes courbes, bien que les phénomènes extérieurs de la végétation avancent presque deux fois plus vite vers le nord que la débâcle. Il est probable que c'est dans la longueur des jours de l'été des régions les plus septentrionales qu'il faut chercher l'explication de ce phénomène; une étude attentive et spéciale pourra nous éclairer sur ce point. Quoi qu'il en soit, ce fait est important

par lui-même au point de vue de la durée de la période végétative dans les contrées septentrionales.

Il est incontestable qu'il est intéressant de connaître la marche des migrations des animaux, puisque ces migrations sont toujours en relation avec le climat; on ne peut nier pourtant que les végétaux ne soient liés d'une façon bien plus intime encore aux phénomènes extérieurs. L'animal quitte la région où il ne trouve plus les conditions favorables à sa vie et à son développement; pour la plante, c'est une condition de vie ou de mort. Chaque individu pourra peut-être vivre dans des conditions défavorables, mais il ne s'y reproduira plus ou se reproduira faiblement; par conséquent, l'espèce à laquelle il appartient n'occupera dans la flore qu'un rang très subordonné, et finira le plus souvent par disparaître sous l'influence des accidents que sa constitution ne lui permettra pas de supporter.

Si donc il est intéressant de montrer quels sont les végétaux qui trouvent dans un pays les conditions optima de leur développement, il serait aussi fort important de pouvoir tracer la courbe que décrivent les limites altitudinales ou latitudinales des différents végétaux dans les contrées qu'ils habitent.

Il faudrait naturellement tenir compte des différentes actions qui peuvent intéresser la vie des plantes. L'altitude, la latitude, sont sans contredit les plus importantes ; elles entraînent avec elles des modifications profondes dans les conditions de température. Comme Wahlenberg pouvait déjà l'affirmer à la suite de ses belles observations comparatives en Laponie et dans les Alpes de Suisse (1), la température agit sur la végétation plus que toute autre cause. Les nombreux travaux écrits depuis sur ce sujet n'ont fait qu'établir d'une façon tout à fait positive l'affirmation de cet illustre botaniste. Mais il en est bien d'autres, comme l'état hygrométrique de l'air, la nature minéralogique du terrain, ses caractères physiques, la quantité de lumière reçue, l'insolation, etc., auxquelles il faut attacher aussi beaucoup de valeur.

(1) Wahlenberg, *De vegetatione et climate.*

Pour arriver à de bons résultats, il faut donc tenir compte d'un grand nombre de phénomènes à la fois ; mais on peut quelquefois se placer dans des conditions assez favorables pour pouvoir négliger quelques-uns d'entre eux : cela arrivera surtout si l'on ne veut pas du premier coup embrasser des régions trop étendues. Cette condition est nécessaire pour que le travail ait une réelle valeur. Pour laisser de côté, par exemple, l'influence de la constitution minéralogique du sol, on pourra chercher à tracer la courbe des limites d'espèces connues comme absolument indépendantes de la nature du sol, sauf à étudier ailleurs d'une façon spéciale celles qui subissent évidemment cette influence.

Dans les contrées scandinaves, dont la constitution minéralogique est fort homogène, où le calcaire n'apparaît que rarement, il sera facile d'éviter les erreurs dues à cette cause.

Mais, je le répète, les deux conditions les plus importantes sont sans contredit l'altitude et la latitude, en raison des modifications qu'elles entraînent dans les conditions de lumière, de chaleur, d'humidité.

Il y a pourtant quelques difficultés qu'il est nécessaire de ne pas perdre de vue.

D'abord le choix des plantes n'est pas indifférent. Il ne suffit pas qu'une plante ait ses limites dans la région où l'on étudie pour qu'il soit d'un grand intérêt de déterminer ces limites : la détermination exacte des limites de quelques espèces rares, n'occupant une placeconsidérable dans l'ensemble de la flore d'aucun pays, n'aurait qu'un intérêt médiocre ; il serait difficile de tirer des conclusions importantes de pareils résultats. M. De Candolle a beaucoup insisté sur le choix des espèces qu'il est avantageux d'étudier (1) ; je ne fais que rappeler les conditions qu'il considère comme les plus essentielles. Il faut choisir des espèces bien déterminées, des espèces qui, n'étant pas ordinairement cultivées comme plantes d'ornement, ont moins de chances de se répandre accidentellement dans un pays, comme cela arrive pour le *Polemonium cæruleum* et

(1) De Candolle, *Géogr. botan. raisonnée*, p. 73.

le *Bellis perennis* en Scandinavie ; il faut aussi choisir des plantes qui soient parfaitement connues de tout le monde, afin d'éviter les erreurs de la part des personnes aux renseignements desquelles on est souvent obligé de se fier.

Quant aux plantes de grande culture, il faut bien remarquer que partout où l'homme cultive une espèce, il ne lui demande pas les mêmes produits. Le Maïs, si répandu dans le centre et le midi de l'Europe, peut être cultivé en Scandinavie jusque vers le 60e parallèle, mais on n'exige plus de cette plante qu'elle y mûrisse ses fruits ; c'est comme fourrage seulement qu'on la cultive. Il en est de même de l'Orge ou du Seigle que l'on sème en beaucoup de points de la Suède dans le but d'en obtenir des fruits mûrs, mais qu'on y récolte bien souvent comme fourrage, lorsque les étés ont été plus froids que de coutume. Enfin l'homme cherche avec d'autant plus de soin qu'une plante est plus difficile à cultiver, à lui fournir artificiellement ce dont elle a besoin pour en obtenir les produits qu'il en attend ; les limites de pareilles plantes peuvent donc s'écarter singulièrement des limites naturelles : il me semble qu'il faut les négliger complètement.

C'est pourtant sur des plantes cultivées que les observations les plus attentives ont été faites.

M. De Candolle a fait beaucoup d'efforts pour appliquer aux limites polaires, équatoriales et altitudinales d'un certain nombre d'espèces spontanées, les principes qu'il a posés ; les pages qu'il consacre à ce sujet sont des plus instructives. Cependant il faut bien reconnaître que la détermination de ces limites pour une surface aussi considérable que l'Europe est une œuvre bien difficile, étant donné que la plupart des flores ne fournissent sur les limites des espèces que les renseignements les plus vagues et les plus incomplets ; elles ne tiennent en général aucun compte de l'altitude, et c'est sans doute ce qu'il est le plus essentiel de connaître. Le travail nécessairement très considérable que cette entreprise a imposé à son auteur a eu du moins pour résultat de déterminer la méthode avec beaucoup de précision ; si les résultats obtenus sont imparfaits,

cela tient surtout au manque de soin de la plupart des auteurs de flores, qui n'accordent d'intérêt qu'à la plante en elle-même, indépendamment du monde extérieur auquel elle est liée si intimement.

M. Martins (1), après avoir montré à plusieurs reprises les grandes différences climatiques que présentent la côte orientale et la côte occidentale de la Scandinavie, essaye aussi de déterminer la limite de quelques espèces ligneuses, mais il n'indique que leur limite moyenne. Je ne crois pas qu'on puisse le faire pourtant. Comme je l'ai dit bien des fois déjà, les limites sont fort élevées le long des côtes occidentales, courent généralement du nord au sud, pour ne traverser la péninsule que beaucoup plus au sud, et se relèvent ensuite plus ou moins en se rapprochant de la côte orientale; la limite moyenne dans la péninsule n'a donc aucune valeur effective : le point où on la placerait naturellement dans l'intérieur de la presqu'île est certainement situé pour une plante quelconque beaucoup au nord de celui où est sa limite réelle.

J'ai essayé moi-même de déterminer les limites de quelques végétaux dans la péninsule scandinave et les contrées voisines; je me suis trouvé en face des difficultés dont je viens de parler, mais à un moindre degré sans doute que M. De Candolle. En effet des travaux fort nombreux traitent de la flore scandinave, et il en est bien peu parmi eux qui négligent complètement les questions dont nous nous occupons. J'ai pu en outre examiner les riches herbiers de l'université d'Upsal et de M. le professeur Fries; les étudiants ont bien voulu aussi mettre à ma disposition les collections qu'ils ont réunies pour leurs études personnelles. J'ai puisé à ces sources les renseignements les plus précieux; j'ai pu compléter ceux qui manquaient de toute la précision désirable, grâce à la connaissance approfondie que M. Th. Fries et M. Norman possèdent de la flore scandinave. Enfin M. Hult, jeune botaniste finlandais qui s'est déjà fait connaître favorablement par la publication d'un intéressant

(1) *Voyage de la corvette « la Recherche »*, BOTAN., t. II, p. 67 et suiv.

mémoire sur la végétation d'une partie de la Finlande, a eu l'obligeance de m'aider à effectuer pour la région finlandaise le travail que j'avais entrepris pour la presqu'île scandinave.

Je crois donc les limites que j'indique exactes ou à fort peu de chose près (1).

(1) Je crois devoir indiquer ici les principaux ouvrages dans lesquels j'ai puisé les renseignements les plus précieux sur les limites. Peut-être cela encouragera-t-il quelqu'un à continuer le travail que je ne fais, pour ainsi dire, que tracer.

Wahlenberg, *Flora lapponica*. Berlin, 1812.

L. Læstadius, *Loca parallela*, etc., 1830, p. 289-293.

Lessing, *Reise durch Norwegen nach den Loffoden*, etc. Berlin, 1831.

E. Fries, *Summa vegetabilium Scandinaviæ*. Stockholm, 1846, p. 1-83.

F. J. Björnström, *Grundragen af Piteå Lappmark Växtphysiogn.* Upsala, 1856.

Th. Fries, *Skildring af en botan. Resa i Öst Fimmarken* (*Botan. Notitser*, Upsala, 1858).

Th. Fries, *En botanisk Resa i Fimmarken* (*Botan. Notitser*, Upsala, 1865), p. 6, 27, 42.

M. Blytt et A. Blytt, *Norges Flora*. Kristiania, 1861, 1874, 1876.

A. Blytt, *Botanisk Reise i Valders*, etc. Kristiania, 1864.

J. M. Norman, *Specialia loca natália plantar.* (*Soc. reg. scient. Norveg.*, Nidaros, 1868).

J. M. Norman, *Index supplem. loc. natal. in prov. arct. Norveg. nasc.* (*Soc. reg. scient. Norveg.*, Nidaros, 1864).

A. Blytt, *Om Vegetations forholdene ved Sognefjorden*. Kristiania, 1869.

Andersson, *Végétation en Suède* (*Ann. sc. nat.*, BOTANIQUE, 5e série, 1867, t. VII).

J. M. Norman, *En begyndende* (« naturalisation à gr. distance »), etc. *Plantegeografiske Notitser fra de arktiske Norge* (*Kongl. vetensk. Akad.*, Stockholm, 14 sept. 1870.

A. Berlin, *Den geografiska Utbredningen af skand. Halföns fanerogamer och ormbuskar*. Stockholm, 1876.

Schübeler, *Pflanzenwelt Norwegens*. Christiania, 1878.

— *Væxtlivet i Norge*. Christiania, 1879.

Hartman, *Skandinaviens Flora*, 11e Upplag, 1879.

G. Bonnier et Ch. Flahault, *Ann. sc. nat.*, 6e série, 1879, t. VII.

N. Wille, *Botanisk Reise paa Hardangervidden* (*Nyt Magazin fa Naturvid.*, Christiania, 1879, p. 27, 61).

On trouvera aussi, dans les rapports réunis annuellement (depuis 1873) à l'observatoire météorologique d'Upsal, une foule de renseignements précieux encore inédits, fournis par deux cent cinquante observateurs répandus dans toutes les provinces de la Suède (*Jakttagels. öprer period. Fenomen i Wäxt och Djurverlden*).

Je n'ai essayé de déterminer les limites septentrionales que pour une seule espèce, le *Convallaria majalis* L. Il se présente, quand il s'agit de déterminer les limites septentrionales des espèces scandinaves, une difficulté toute spéciale : la plupart des botanistes qui herborisent dans le nord de la Suède viennent de régions plus méridionales; ils observent avec le plus grand soin les points où apparaissent les plantes boréales ou arctiques qui ne leur sont pas familières, et ne remarquent pas les plantes qu'ils rencontrent tous les jours dans les localités situées plus au sud. Je crois que les renseignements fournis par les herbiers ou les flores ne seront suffisants pour déterminer la limite septentrionale d'aucune espèce herbacée en Scandinavie.

Il est pourtant beaucoup d'espèces pour lesquelles la détermination de ces limites aurait un grand intérêt; je citerai par exemple : *Echium vulgare*, *Origanum vulgare*, etc.

Limite septentrionale du CONVALLARIA MAJALIS L. — Le *Convallaria majalis* a une aire d'extension très vaste aussi bien en altitude qu'en latitude. La limite latitudinale de cette plante, commune dans presque toute l'Europe moyenne, passe en Scandinavie, où elle forme une courbe instructive; en même temps les altitudes maxima qu'elle y atteint ne sont pas dépourvues d'intérêt.

Elle est très commune dans toute la Suède méridionale ou moyenne, où aucun massif montagneux n'est assez élevé pour l'arrêter. Elle s'étend vers le nord, le long des côtes du golfe de Botnie, en formant une bande de plus en plus étroite; tout au fond du golfe, elle ne s'éloigne guère du voisinage de la mer (Kalix, 65° 55'; Öfver-Kalix, 66° 30'), et s'étend de là vers l'est, en Finlande et en Russie.

On la rencontre assez abondamment dans les forêts basses de la Laponie d'Umeå; elle devient *rare* dans la Laponie de Piteå, où on ne la trouve plus que dans la région forestière des Sapins. Elle n'a pas été trouvée encore dans la Laponie de Torneå, bien que la plus grande partie de cette province ne

dépasse pas 200 mètres d'altitude. Wahlenberg croit qu'elle ne s'élève nulle part en Laponie à plus de 163 mètres, qu'elle ne s'étend pas en dehors des localités où la température moyenne du sol est 2°, 1.

On la trouve aussi aux îles d'Öland et de Gottland.

Très répandu dans tout le sud de la Norvége, le *Convallaria* y atteint dans le Sognefjord l'altitude de 1233 mètres (Aarland, 61° lat.), sans cesser d'être très commun. Plus au nord, on le rencontre dans la plupart des fjords; je l'ai trouvé abondamment dans la vallée de Junkersdalen (Saltenfjord, 67° 15′ lat.). Sa limite septentrionale paraît être l'île de Senjen (60° 30′) (1).

Cette espèce s'élève presque partout un peu au delà de la limite du Bouleau, comme cela arrive dans le Sognefjord, et comme je l'ai constaté à Graddis (Saltenfjord), où elle atteint près de 900 mètres d'altitude.

Au point où, entre le Jemtland et le Trondhjemstift, la frontière s'abaisse jusqu'à 510 mètres, le *Convallaria* paraît s'étendre de l'Atlantique à la Baltique.

Il m'a été impossible de déterminer quelle altitude il atteint dans les montagnes des provinces suédoises de Dalarne, de Härjedal et de Jemtland; il paraît certain toutefois que cette limite est inférieure à celles auxquelles il arrive le long des côtes de Norvége. Les données manquent aussi pour déterminer exactement sa limite dans les massifs montagneux du centre de la Norvége, mais il me paraît certain qu'elle n'y dépasse nulle part 1000 mètres d'élévation.

Nous voyons donc le *Convallaria majalis* nettement limité vers le nord. A une très faible distance de sa limite latitudinale en Norvége, nous le trouvons encore à 700 mètres d'altitude, au delà de la limite des Bouleaux. Cette circonstance me fait

(1) C'est sans doute par erreur que M. Martins signale le *Convallaria majalis* comme se trouvant à l'île de Magerö; il n'y a pas été trouvé depuis que M. Martins l'a signalé. Les habitants de l'île confondent le *Pirola rotundifolia* avec le *Convallaria*; l'erreur de M. Martins s'explique peut-être par des renseignements erronés qu'il aurait reçus des habitants.

croire que cette plante n'a pas atteint, de ce côté, sa limite latitudinale naturelle, qu'elle pourrait s'étendre plus au nord si les circonstances le lui permettaient.

Du côté de la Baltique, au contraire, nous la voyons s'abaisser peu à peu jusqu'à se restreindre au voisinage de la mer; cette limite semble tout à fait naturelle. Il serait intéressant d'étudier l'époque à laquelle les principaux phénomènes de la végétation se produisent aux différents points de cette courbe limite; ce travail permettrait probablement de déterminer les causes qui limitent l'espèce dont nous nous occupons.

Si nous comparons la limite septentrionale du *Convallaria* avec les lignes isothermes, nous voyons qu'elle décrit une courbe très différente des lignes isothermes de l'été.

Elle correspond à peu près avec l'isotherme annuelle de 0, bien que sur les côtes de Norvége le *Convallaria* ne s'étende pas vers le nord parallèlement à cette isotherme.

Quant aux isothermes de l'hiver (janvier), la courbe du *Convallaria* est presque identique à la courbe de — 12° en Suède et en Finlande; du côté de la Norvége, on ne rencontre nulle part une température aussi basse : la courbe limite y coupe obliquement toutes les isothermes de l'hiver depuis celle de — 10° jusqu'à — 4°. Il est donc très vraisemblable que la limite septentrionale du *Convallaria majalis* en Norvége n'est pas déterminée par la température.

Limites méridionales. — Quant aux limites méridionales des espèces boréales, il est beaucoup plus facile de les déterminer.

J'ai essayé de le faire pour un certain nombre de plantes des régions forestière et alpine.

On remarquera que je ne l'ai tenté pour aucune espèce des marais : c'est que les plantes aquatiques ou palustres étant beaucoup moins soumises aux influences atmosphériques que les plantes terrestres, leur aire d'extension en altitude aussi bien qu'en latitude est toujours beaucoup plus grande; peut-être même serait-il difficile de trouver une seule plante spéciale aux

marais dont il soit possible de fixer nettement la limite dans la péninsule scandinave.

Parmi celles que j'ai étudiées, quelques-unes sont spécialement boréales : *Calypso borealis*, *Rubus arcticus*, *Andromeda hypnoides*, *Chamœorchis alpina;* d'autres sont communes au nord scandinave et aux montagnes les plus hautes de l'Europe centrale : *Petasites frigida*, *Aconitum Lycoctonum*, *Thalictrum alpinum*, *Bartsia alpina*, *Mulgedium alpinum*, *Oxyria digyna*, *Rhodiola rosea*.

En raison du cours des fleuves de la Suède, qui, coulant tous parallèlement vers le sud-est, favorisent au plus haut degré la migration des plantes vers le sud, on peut considérer que les plantes boréales atteignent en Suède leurs limites méridionales extrêmes, qu'elles ne sauraient dépasser sous ces latitudes. Je ne crois pas qu'aucune autre contrée connue présente une situation aussi favorable au développement des espèces dans tous les points où elles peuvent trouver les conditions essentielles à leur existence; la limite méridionale y présente donc un intérêt tout particulier en raison même de cette situation.

Étudions maintenant d'une façon spéciale les limites de quelques espèces.

I. — Espèces alpines.

Le *Chamœorchis alpina* Rich. appartient essentiellement à la région alpine, et s'abaisse du sud au nord en même temps que la limite de cette région.

En Norvége, cette espèce est fréquente à partir de 800 mètres comme minimum, jusque près de la limite des Phanérogames, qu'elle n'atteint pas pourtant; on la rencontre aussi dans les montagnes les plus élevées du Jemtland et du Härjedal, en Suède.

Elle n'existe probablement pas dans la région déprimée qui s'étend entre Trondhjem et Östersund ; mais elle reparaît vers le nord et s'abaisse successivement tout le long de la chaîne du Kjölen. Dans la Laponie de Piteå, on ne la trouve encore que

sur les montagnes les plus élevées, à partir de 600 mètres environ; à Tromsö, Alten, Magerö, Varanger, et dans le Porsangerfjord, elle descend jusqu'au voisinage de la mer.

On ne la trouve ni aux Feroe, ni aux îles du Spitzberg.

La courbe que décrit le *Chamæorchis* n'a aucun rapport avec les isothermes de l'hiver; il s'étend sur les montagnes partout où ces isothermes de l'hiver atteignent les températures les plus basses, mais il n'en est pas de même dans la plaine.

La courbe limite de cette espèce diffère peu de l'isotherme de juillet correspondant à une température moyenne qui ne dépasse pas + 10°; il me paraît très vraisemblable que cette espèce est arrêtée par un maximum de température qu'elle ne pourrait dépasser, ou par une cause spéciale aux montagnes, comme l'abri formé par la neige contre les froids intenses.

L'*Oxyria digyna* L. paraît compris entre les mêmes limites que le *Chamæorchis*, mais avec un peu plus d'extension en altitude; il descend jusqu'au niveau de la mer, à une latitude moins septentrionale que le *Chamæorchis* et le dépasse un peu vers le niveau des neiges.

M. Martins signale cette espèce aux Feroe, depuis le voisinage de la mer jusqu'à 700 mètres d'altitude; elle est commune au Spitzberg, même dans les parties les plus septentrionales.

Elle paraît limitée par les mêmes causes que le *Chamæorchis*; son abondance permettra peut-être de déterminer les causes de ses limites plus facilement que pour cette dernière espèce.

Rhodiola rosea L. — Plante alpine suivant à fort peu de chose près la même courbe que le *Chamæorchis* et l'*Oxyria digyna*.

Le *Rhodiola* paraît pourtant pouvoir s'étendre davantage au delà de ses limites ordinaires; sa limite supérieure en altitude correspond aussi exactement que possible avec celle de l'*Oxyria*, mais il descend beaucoup plus bas dans les vallées de la Laponie, où je l'ai trouvé fort abondant sur les grèves des grands lacs, au niveau inférieur de la région subalpine, vers 425 mètres d'altitude.

Dans les vallées escarpées de la région de Christiania et de Hamar, vers 61° de latitude, on le trouve à partir de 400 à 500 mètres d'altitude; il n'est même pas rare de le rencontrer sur les rochers maritimes du Bohuslän (Suède), presque au niveau de la mer, par 58° de latitude. D'autre part, on le trouve à l'île de l'Ours (74e parallèle).

Cette espèce est donc intermédiaire entre les plantes nettement alpines et les plantes subalpines.

L'*Andromeda hypnoides* L., au contraire, est compris entre des limites très étroites en altitude. C'est une espèce essentiellement alpine. Elle commence au-dessus de la limite des Bouleaux (*Betula odorata* s. *glutinosa*) et atteint le niveau des neiges éternelles. Elle a donc une aire d'extension plus restreinte que le *Chamæorchis*, l'*Oxyria* et le *Rhodiola;* mais les courbes limites de ces espèces sont parallèles et paraissent déterminées par les mêmes causes. M. Th. Fries a trouvé cette dernière en un seul point du Spitzberg.

Toutes les espèces précédentes n'existent pas en Finlande.

Le *Petasites frigida* Fr. a une extension un peu différente de celle des plantes précédentes. Il se retrouve en effet en plusieurs points de la Finlande, à un niveau qui n'atteint pas 300 mètres au-dessus de la mer, comme dans la province de Savolax, où M. Hult a rencontré cette espèce dans plusieurs localités; elle y est pourtant rare. Sa limite méridionale générale paraît passer vers 65° de latitude, au sud d'Uleaborg, pour se diriger ensuite vers le sud-est et longer les rives occidentales du lac Onega. Elle est assez répandue au Spitzberg, mais seulement dans les régions non granitiques, et s'y multiplie, quoiqu'elle y fleurisse bien rarement, comme l'a constaté M. Th. Fries.

II. — Espèces subalpines.

Bartsia alpina L. — Espèce alpine et subalpine. Dans le sud de la Norvége, on ne la trouve guère dans les vallées un peu larges; mais dans les vallées escarpées et profondes de la province de Bergen, elle descend jusqu'au niveau de la mer. Sa

limite supérieure altitudinale dépasse la limite ordinaire des Saules ; son aire d'extension est donc fort étendue.

En Suède, sa limite inférieure est très basse. On la trouve dans les marais de la Vestrogothie au sud du Vener, en Ostrogothie à l'est du Vetter, à des altitudes toujours inférieures à 300 mètres. On la trouve aux îles de Gottland et d'Öland (57° latit.), à un niveau beaucoup plus faible encore ; elle n'y est pourtant pas commune. Mais elle devient de plus en plus fréquente dans les provinces du nord de la Suède et de la Norvége, à mesure qu'on s'élève vers la limite supérieure du Bouleau, où est son maximum de développement.

C'est une des plantes qui paraissent s'accommoder le plus facilement de températures extrêmement différentes. Elle se trouve dans toutes les montagnes scandinaves, jusqu'au voisinage des neiges éternelles, et forme tout autour des massifs montagneux une large ceinture qui s'étend sur presque toute l'étendue de la Suède jusque tout près du niveau de la mer.

En Finlande, elle n'existe que dans le nord; elle ne s'étend pas vers le sud au delà du petit plateau de Kemiträsk, élevé d'un peu plus de 300 mètres (66° à 67° latit.), bien que presque toute cette vaste province présente les mêmes conditions de température, de climat, d'altitude, de sol, que les régions basses, où elle est très commune de l'autre côté de la Baltique.

Le *Mulgedium alpinum* L. et l'*Aconitum Lycoctonum* L. paraissent avoir exactement la même limite vers le sud, bien que la rareté relative de la première de ces deux espèces ne permette pas de déterminer très exactement ses limites. Comme le *Bartsia alpina*, le *Mulgedium* ne s'étend pas en Finlande au sud du plateau de Kemiträsk. L'*Aconitum* n'atteint même pas cette région, quoiqu'on le retrouve autour du lac Ladoga, presque au niveau de la mer.

Le *Saussurea alpina* L. suit aussi une courbe parallèle à celle du *Bartsia*. Cette plante atteint le même niveau en altitude, et le dépasse peut-être, au moins sur les hauts plateaux

de la Norvége, mais elle ne descend pas aussi bas que le *Bartsia*. Comme les plantes précédentes, elle n'existe en Finlande que sur le plateau de Kemiträsk, d'où sa limite méridionale se dirige vers le sud-est pour passer au voisinage du lac Onega, à peu près parallèlement aux isothermes annuelles, qui s'abaissent beaucoup à l'est de la Baltique.

L'extension altitudinale du *Thalictrum alpinum* L. est plus restreinte encore; le parallélisme de ses limites avec celles des plantes précédentes en est d'autant plus remarquable. Bien que cette plante existe abondamment dans la Laponie suédoise, à des altitudes inférieures à 300 mètres, on ne la trouve pas en Finlande sur le plateau de Kemiträsk, qui atteint ce niveau.

Sa limite passe au nord de cette région. L'absence de toutes les plantes précédentes dans les plaines de la Finlande me paraît d'autant plus intéressante, qu'elles sont très fréquentes de l'autre côté de la Baltique. C'est là un phénomène intéressant pour l'explication duquel il faudra peut-être recourir aux causes historiques ou géographiques ; du moins les efforts que j'ai faits pour rapporter cette distribution spéciale à une cause physique ou un ensemble de causes physiques actuelles n'ont pas abouti jusqu'ici.

Aucune des espèces subalpines précédentes n'existe, ni à l'île de l'Ours, ni au Spitzberg.

Calypso borealis Salisb. — Cette espèce a une aire d'extension extrêmement restreinte en Scandinavie ; elle n'a été trouvée jusqu'ici que dans un petit nombre de localités de la région forestière, au nord de la péninsule scandinave.

Elle paraît ne pas dépasser, vers le nord, les latitudes où la flore subalpine se rapproche sensiblement du niveau de la mer; vers l'ouest, elle n'atteint pas les premières collines subalpines (Laponie de Luleå, d'Umeå) ; vers le sud, elle ne passe pas 64° 37'.

Elle s'étend en Finlande, dans la Laponie russe ; on la trouve en Sibérie, dans la région de l'Oural, sans qu'il soit possible d'établir un parallélisme entre ses limites et les isothermes

d'aucune saison. Il faut donc chercher ailleurs les causes de la distribution de cette espèce.

On ne l'a trouvée, ni aux Feroe, ni en Écosse, ni même en Norvége.

Rubus arcticus L. — Cette plante appartient aux régions forestière et subalpine. Elle est très commune surtout dans les provinces du nord de la Suède, qui s'étendent le long des côtes (Westernorrland, Westerbotten) ; très développée vers le sud jusque dans le Gestrikland, elle est très rare en Laponie ; elle n'est pas commune dans l'intérieur de la Norvége, mais s'étend le long de la mer Glaciale, sans dépasser sensiblement le niveau de la mer. D'autre part, elle est fort abondante dans les plaines de la Finlande.

On ne la trouve, ni aux Feroe, ni à l'île de l'Ours, ni au Spitzberg.

La comparaison de ses limites avec les différentes lignes isothermes me porte à croire qu'elle est arrêtée vers le sud par un maximum de température annuelle qu'elle ne saurait dépasser; la courbe que décrit sa limite méridionale est en effet presque exactement parallèle à l'isotherme de janvier correspondant à une température moyenne de — 4°; on la rencontre à peu près partout où la température de janvier est inférieure à — 4° et supérieure à — 15°, avec un optimum vers — 10° : cette limite est aussi parallèle à l'isotherme annuelle de + 4°, d'une façon moins rigoureuse pourtant que cela n'a lieu pour les températures de l'hiver.

Les limites que je viens d'établir ne constituent qu'une partie du travail nécessaire pour connaître les relations qui existent entre elles et le climat.

Il faudrait étudier maintenant la marche des principaux phénomènes de la végétation pour chacune de ces plantes, *aux environs de ces limites;* il faudrait, aux environs de la limite générale, prise comme base, tracer pour chacune de ces plantes la courbe de ces différents phénomènes, comme le développement des feuilles, l'épanouissement des fleurs, la maturation

des fruits, la chute des feuilles; il faudrait comparer ces courbes avec celles que décrivent les différents phénomènes météorologiques au voisinage de cette limite.

En traçant les limites générales de quelques espèces, je n'ai fait, si je ne me trompe, que déterminer une moyenne commune pour tous les phénomènes importants de la végétation. Il est fort probable que plusieurs causes contribuent à limiter les différentes espèces. Dans certaines régions où la somme des températures permettrait à une plante de vivre et de prospérer, il se peut, par exemple, que la température de l'automne descende trop tôt au-dessous de 0 pour qu'elle puisse mûrir ses graines : c'est une cause absolue d'exclusion pour les plantes annuelles. Il arrive souvent aussi que la somme des températures étant la même dans deux localités, l'une soit abritée par la neige contre les gelées nuisibles du printemps, tandis que l'autre ne l'est pas. Des observations nombreuses me font soupçonner qu'il en est ainsi pour quelques plantes alpines qui ne descendent jamais dans la plaine; mais ce n'est jusqu'ici qu'une hypothèse, je ne la discuterai pas. L'étude comparative des courbes relatives aux phénomènes végétatifs pour chaque espèce, et des courbes relatives aux phénomènes climatiques, me paraît le seul moyen d'arriver à la connaissance précise des causes qui limitent les espèces végétales.

Malheureusement, il faut, pour entreprendre un pareil travail, avoir dans le pays des relations et une autorité que je n'ai pas; puissé-je du moins avoir nettement tracé le programme de ces recherches : je considérerais que le présent travail a porté ses fruits, et je me féliciterais de l'avoir entrepris, si sa lecture pouvait décider quelqu'un des infatigables étudiants dont l'université d'Upsal sait si bien encourager les efforts, à poursuivre la solution de ces problèmes.

Ce travail a été exécuté en partie au laboratoire de botanique dirigé par M. Duchartre, à la Faculté des sciences de Paris, en partie au laboratoire de M. le professeur Th. Fries, à l'université d'Upsal. C'est avec bonheur que je dédie ce travail à M. Th. Fries, en reconnaissant qu'aucune expression de grati-

tude ne saurait être à la hauteur des services qu'il m'a rendus. Je me fais aussi un devoir de remercier de tout cœur M. Hildebrandsson, professeur de météorologie et directeur de l'observatoire météorologique d'Upsal.

Grâce au dévouement que ces deux savants n'ont cessé de me témoigner pendant les quelques mois que j'ai passés en Suède, j'ai pu entreprendre un difficile voyage en Laponie, poursuivre les recherches dont je viens d'exposer quelques résultats, et mener à bonne fin, j'ose l'espérer, une entreprise à laquelle je n'aurais pu songer sans le désintéressement avec lequel ils ont bien voulu me consacrer leur temps et me prodiguer leurs conseils.

SUR L'*ÆCIDIUM ABIETINUM*

Par M. A. de BARY.

(Traduit du *Bot. Zeit.*, n° 48 et ann. 1879.)

I

Lorsqu'on atteint, au milieu ou pendant la dernière période de l'été, un certain niveau au-dessus de la mer, on trouve dans les Alpes l'Épicéa (*Abies excelsa* DC., *Fl. fr.*) presque partout infesté d'une espèce de Champignon décrite (1) sous le nom d'*Æcidium abietinum* ou de *Peridermium abietinum*.

En examinant les plus jeunes pousses de cet arbre, on voit qu'elles sont seules attaquées par le Champignon, et que leurs feuilles quadrangulaires portent sur leurs faces latérales des fructifications d'écidiospores. Ces fructifications, en forme de petits tubes cylindriques, généralement comprimés, de couleur rouge-brique pâle, s'élèvent à un millimètre environ au-dessus de la surface de la feuille. Comme M. Reess l'a montré, leur structure est identique avec celle des fructifications d'*Æcidium*. Leur péridie, pseudopéridie ou enveloppe, est primitivement fermée; mais elle se déchire plus tard irrégulièrement au sommet, d'où les déchirures s'étendent irrégulièrement vers la base. On remarque alors que l'enveloppe elle-même est incolore, mais que la coloration rouge-brique provient des spores, qui ne tardent pas à se disperser sous forme de poussière. Entre les écidies et sur leur côté, se trouvent des spermogonies distribuées irrégulièrement. Elles sont subglobuleuses, enfoncées généralement dans la feuille et munies d'une ouverture étroite, légèrement bombée, dépourvue des paraphyses pointues allongées, et telles qu'on en trouve chez la plupart des Urédinées. Pour le reste, elles possèdent la structure ordinaire (2) de ces

(1) Reess, *Die Rostpilze der deutschen Coniferen.* Halle, 1869.

(2) Comp. *Morphologie und Physiologie der Pilze*, etc., p. 168.

organes chez les Urédinées, et ne forment pas de spermaties ellipsoïdales qui, enveloppées d'une gelée coriace, sortent par l'ouverture. A l'époque de la maturation des écidies, les spermogonies sont desséchées et apparaissent à l'œil nu sous la forme de points bruns disséminés à la surface de la feuille ; elles sont souvent surmontées d'une petite pointe brune formée par les spermaties desséchées et retenues par la substance gélatineuse. Lorsqu'elles ont atteint leur développement maximum, qui précède l'apparition des écidies, elles sont de couleur rouge jaune pâle.

Tant qu'une feuille porte des fructifications à spores ou écidies et des spermogonies, sa surface reste toujours d'un rouge jaune pâle. Cette coloration s'étend même à la périphérie de la partie de feuille où se montrent les fructifications du Champignon. Les zones transversales infestées et colorées de la sorte sont de hauteur et de disposition très inégales : tantôt elles envahissent presque toute la longueur de la feuille, tantôt elles ne forment que des lignes transversales disposées sans ordre à la surface d'une feuille d'ailleurs parfaitement saine et verte. Dans l'aire d'une telle zone, les écidies font éruption sur une ou sur plusieurs des quatre faces foliaires. Dans le dernier cas, elles sont disposées sur chaque face par rangées longitudinales simples. Les phénomènes que nous venons de décrire s'observent, soit sur des Épicéas isolés et de préférence sur les petits arbres dispersés entre les rochers et les taillis qui dépassent la limite de la région des forêts compactes ; ou bien ils s'étendent sur de vastes massifs en futaie et deviennent assez redoutables pour figurer comme maladie dans la littérature forestière (1). Le Champignon peut envahir, soit l'arbre en entier, épargnant à peine un rameau de l'année, soit quelques jeunes feuilles de cette pousse ; ou bien il attaque, à tous les degrés possibles, des pousses déterminées, voire même des feuilles tout à fait isolées. Souvent on voit un massif qui semble couvert par le Champignon sur de longues étendues, de sorte que le coloris

(1) Compar. *Just Jahresbericht* de 1876, p. 1210.

rouge jaune de la forêt modifie essentiellement le ton du paysage. Si, partant d'un tel endroit, on se porte plus loin et surtout à un niveau moins élevé, le phénomène disparaît de plus en plus, et l'on croit reconnaître que le Champignon a eu pour point de départ le premier endroit. D'autres fois, au contraire, on trouve le Champignon tout à fait isolé au milieu de la forêt et sans connexion avec un lieu boisé.

On peut dire qu'en général les phénomènes commencent à devenir fréquents à partir d'une hauteur de 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer pour accompagner de là les Épicéas jusqu'aux plus hautes régions. Ainsi, pour ne citer comme exemple que quelques localités bien visitées, la maladie ne se fait remarquer dans l'Oberland bernois, à la montée de la Schinigen Platte, que près de la Schœneck (environ 1000 mètres); dans le Schæchenthal, près d'Altdorf, canton d'Uri, elle ne devient fréquente que dans le voisinage d'Aesch (1200 mètres), tandis qu'à l'extrémité nord du lac d'Achen, dans le Tyrol (près de la Scholastica), elle se manifeste déjà près du rivage du lac situé à une hauteur d'environ 930 mètres. Cependant cela ne veut pas dire que le Champignon ne redescende pas plus bas : ce fait trouvera plus loin son explication.

La fréquence de cette maladie m'a souvent engagé à en rechercher l'origine et à connaître la biologie de l'*Æcidium* de l'Épicéa. L'intérêt qui s'attache à ces recherches est encore rehaussé par ce fait que cet *Æcidium* est absent, non-seulement des régions plus basses des Alpes mêmes et des promontoires avoisinants, mais qu'il n'attaque pas les Épicéas dépassant le niveau de 1000 mètres dans la forêt Noire, les Vosges, et, sauf certaines exceptions déterminées sur lesquelles on reviendra plus loin, probablement dans toutes les régions extra-alpines.

Pour résoudre la question, on devait, ou du moins on pouvait partir des faits constatés pour certains *Æcidium* dont on connaît aujourd'hui le développement et la biologie (1). Je con-

(1) Comparez les résumés dans *Morphologie und Physiologie der Pilze*, etc., p. 184 et 215 et suiv. — Id. Sachs, *Lehrbuch*, 4ᵉ éd., p. 330 et suiv., ainsi que la littérature spéciale qui s'y trouve citée. Pour tout le reste des phénomènes de

sidère ces faits comme suffisamment connus, et, sans m'arrêter à une récapitulation détaillée, je passe immédiatement à leur application à l'objet qui m'occupe.

Pour avoir une idée de la manière dont l'*Æcidium* atteint le jeune feuillage de l'année, il fallait d'abord savoir si le mycélium du Champignon persiste dans les vieilles pousses, ou s'il pénètre chaque année dans ces jeunes organes et dans les feuilles pour y fructifier, comme cela se passe chez l'*Æc. elatinum* dans le balai des sorciers du Sapin blanc, ou pour l'*Æcidium* de l'*Uromyces Pisi* dans l'*Euphorbia Cyparissias* (1). Il fallait rechercher en outre le mode de germination des spores et connaître la durée de leur faculté germinative, bien que ces points aient déjà été élucidés par le travail de M. Reess. En jetant les yeux sur les pousses d'Épicéa fortement attaquées, on pourrait croire au premier moment qu'on a affaire à un Champignon vivace à la façon de l'*Æcidium* du balai des sorciers et de l'Euphorbe, car, de même que pour ces deux *Æcidium*, aucune feuille, en exceptant peut-être une feuille de l'année, n'est dépourvue d'écidies, qui ont partout atteint sur l'étendue de la pousse un degré de développement approximativement égal. On reconnaît en outre que les feuilles attaquées se désarticulent au-dessus de leur base, et tombent après la maturation des fructifications du parasite. Les marques de cette désarticulation qui indiquent la présence du Champignon sont nombreuses sur les rameaux des années précédentes qui ont donné naissance à de nouvelles pousses. Souvent les rameaux des années antérieures sont presque dépouillés et ne portent plus que quelques feuilles saines. Cependant, malgré ces indices, on ne découvre pas trace d'un mycélium pérennant sur des exemplaires aussi favorables que possible à l'observation ; dans les cas rapportés plus haut d'écidies rencontrées sur des feuilles pour la plupart saines, l'idée d'un mycélium pérennant ne saurait être admise. L'observation montre toujours, au

développement des Urédinées connus, auxquels il sera fait allusion dans l'exposé qui va suivre, je renvoie, une fois pour toutes, à ces résumés.

(1) Compar. Schröter, dans *Hedwigia*, 1875.

contraire que le mycélium envahit dans toute son épaisseur la zone transversale colorée de la feuille qui porte les écidies et les spermogonies, mais qu'il ne pénètre jamais au delà. Elle nous apprend en outre que ce mycélium, loin d'attaquer le rameau qui porte les feuilles ou les bourgeons qui s'épanouiront l'été prochain, n'entre même pas dans les zones de la feuille qui restent normalement vertes à l'arrière-saison ; lorsque les feuilles attaquées sont tombées, il ne reste *plus rien* du mycélium, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'arbre.

Les spores de l'*Æcidium* de l'Épicéa germent comme celles des écidies ordinaires, en donnant naissance à un long boyau ondulé et souvent ramifié. Elles peuvent germer dès leur maturité et conserver cette faculté pendant plusieurs semaines, mais non au delà.

D'après ces deux observations, il faut admettre que le Champignon de l'Épicéa arrive du dehors, dans n'importe quelle période de végétation, et sous une autre forme que celle de ses écidiospores. L'analogie avec d'autres espèces d'Urédinées qui se comportent relativement de la même manière porte à croire que cette forme est celle de sporidies qui descendent de quelque espèce de téleutospores. Or, comme on ne connaît pas pour l'Épicéa d'autre forme de téleutospores que celle décrite sous le nom de *Chrysomyxa Abietis* (1), et que les sporidies de ces téleutospores ne produisent pas, comme on sait, d'écidies sur les feuilles d'Épicéa, on était en droit d'admettre que l'*Æcidium* de ce dernier appartient à une espèce hétéroïque ou métoïque (2), dont les téleutospores se développent sur une espèce végétale autre que l'Épicéa, d'où les sporidies peuvent arriver sur les pousses alpines de cet arbre. Enfin, les circonstances dans lesquelles se déclare la présence de l'*Æcidium* indiquaient que ces téleutospores présumées forment et émettent généralement leurs sporidies presque à la même époque où les bourgeons d'hiver de l'Épicéa se développent.

(1) Compar. Reess, *loc. cit.*
(2) Pour la signification des mots, voy. *Bot. Zeit.*, 1867, p. 264.

Or, on sait qu'il existe un grand nombre d'espèces qui forment des téleutospores dont on ne connaît pas le mode de développement complet, et dont on avait cherché à établir la parenté avec certains *Æcidium* de Conifères ; il suffit de rappeler les *Coleosporium*, *Melampsora*, *Cronartium* et quelques espèces de *Leptopuccinia*. Pour la plupart de ces espèces, l'idée d'une parenté avec l'*Æcidium* de l'Épicéa doit être écartée dès que l'on considère que l'*Æcidium* n'existe pas dans les montagnes où ces espèces sont mêlées avec leurs plantes nourricières. La limite du Champignon de l'Épicéa dans les Alpes rendait plutôt probable l'existence d'une forme de téleutospores, ou respectivement d'une espèce nourricière qui ferait défaut dans les chaînes de montagnes centrales.

En effet, quand on examine la végétation de ces régions, on est frappé de voir l'*Æcidium* de l'Épicéa apparaître constamment dans les endroits où cet arbre se rencontre en compagnie de la *Rose des Alpes* (*Rhododendron ferrugineum* ou *hirsutum*.) Les massifs de Conifères abondamment attaqués se trouvent toujours dans le voisinage de fourrés étendus de Rhododendrons ; les petits arbres qui, complètement recouverts par l'*Æcidium*, dépassent les limites supérieures de la région des forêts, sont très reconnaissables au milieu des broussailles ; même les cas isolés d'*Æcidium* dans les régions inférieures correspondent souvent à la présence, en ces endroits, de pieds isolés de *Rhododendron*. Pour le moment, il s'agissait de trouver les téleutospores sur la Rose des Alpes. Une Urédinée connue sous le nom d'*Uredo Rhododendri*, qui habite ces buissons et qui par endroits est très répandue, ne saurait être prise en considération, parce que la marche de son développement et particulièrement sa germination et la faculté germinative de ses spores la rangent précisément parmi les *Uredo*, point sur lequel on reviendra plus loin. Quant aux téleutospores de *Rhododendron*, on n'avait signalé jusqu'à présent qu'un *Puccinia Rhododendri*, que Fuckel (1) disait avoir

(1) *Symbolæ mycolog.*, p. 51.

rencontré sur une seule feuille d'un *Rh. ferrugineum* de l'Oetzthal, mais que, pour autant que je sache, personne n'a retrouvé depuis.

Au commencement du mois de juillet 1878, M. le docteur Blytt m'apporta de la Grande Scheidrik, dans l'Oberland bernois, du voisinage de laquelle je connaissais l'*Æcidium* de l'Épicéa, quelques exemplaires du *Rhododendron ferrugineum*, dont la face inférieure des feuilles portait d'abondantes pustules d'Urédinées, qui furent reconnues immédiatement pour des assises de téleutospores en germination inconnues jusqu'à ce jour. La constatation de ce fait paraissait presque suffisante pour répondre à la question, puisqu'on possédait un point fixe d'où l'on pouvait partir pour entreprendre des recherches décisives faciles à réaliser, soit dans le laboratoire, soit pendant quelques excursions dirigées dans cette intention. Pour ces excursions, je choisis de préférence le Schæchenthal, parce que, de toutes les régions riches en Rhododendrons, celle-ci était la plus facile à atteindre. Pour la situation de cette vallée, je prie le lecteur de vouloir bien s'orienter à l'aide de la carte. Afin de rendre facilement intelligibles quelques courtes indications qui se trouvent plus loin dans le texte, il me suffira de dire que la vallée est fermée en haut par la Balmwand (1730 mètres), sur laquelle passe le sentier qui conduit par le Klausenpass dans le canton de Glaris. La Rose des Alpes, *Rh. hirsutum* (le *Rh. ferrugineum* ne devient abondant que plus haut), forme sur la Balmwand, qui est dénudée et sans forêt, des buissons étendus au milieu desquels des Épicéas rabougris sont couverts de Champignons. En descendant de là, on les trouve isolés sur les rochers des parois de la vallée jusqu'à Unterschæchen (1000 mètres). Le massif d'Épicéas mentionné au commencement de ce travail se trouve au pied de la Balmwand, près du hameau de Aesch.

Au printemps, quelques semaines après la fonte des neiges et avant l'épanouissement des bourgeons d'hiver, on voit sur la Rose des A pes, à la face inférieure des feuilles, ou beaucoup plus rarement sur les entrenœuds de l'année précédente, des

pustules convexes de couleur brun rouge, oblongues ou arrondies, qui atteignent en moyenne un demi-millimètre. Les pustules oblongues sont souvent recourbées et généralement disposées par groupes serrés qui en réunissent un nombre variable. Ces groupes sont ou isolés, ou réunis plusieurs sur une même feuille. Dans la plupart des cas, la partie de la feuille qui porte une de ces associations se distingue par une coloration brun sale ou rouge brun qui envahit toute son épaisseur, permettant de la sorte de reconnaître à la face supérieure la présence des pustules.

Au moment où les rameaux émergent du tapis de neige qui les recouvrait, les pustules, pour autant que j'ai pu l'observer, ne sont pas encore visibles, et l'on ne remarque que des taches d'un rouge jaune sur lesquelles les pustules ne tardent pas à se montrer. Je les ai vues apparaître dans l'espace de dix à vingt et un jours sur des rameaux coupés qu'on avait recueillis sous la neige et conservés frais, loin des Alpes, dans un appartement.

Ces pustules sont les assises de téleutospores qu'il s'agissait de trouver (voy. fig. 1). Ces assises sont recouvertes par l'épiderme foliaire intact et soulevé proportionnellement à la convexité. Elles sont composées de couches cellulaires cylindro-prismatiques, sans méats intercellulaires, et dirigées perpendiculairement à l'épiderme de la feuille. Plus longues au milieu du foyer que sur son bord, elles touchent par leurs extrémités externes à l'épiderme, sans laisser de méats intercellulaires, tandis que leurs terminaisons internes sont situées dans un plan approximativement parallèle à la surface de la feuille ou faiblement concave par rapport à sa face inférieure. Dans certains endroits, on trouve enclavée entre les rangées cellulaires, une cellule morte et brunie.

Chaque rangée du centre d'une pustule est formée en moyenne de 4 à 6 cellules d'une largeur de 10 à 14 μ environ et d'une longueur généralement double de la largeur. Le nombre des cellules qui constituent les rangées du bord de la pustule décroît progressivement. Pris séparément, les rapports

de dimensions et de nombre de ces cellules accusent des variations nombreuses.

Les parois des cellules sont incolores, homogènes, et présentent partout la même épaisseur, à l'exception toutefois de la partie correspondant à la face supérieure, laquelle est un peu plus épaisse. Cet épaississement disparaît graduellement sur les parois latérales, de façon à donner aux cellules en contact avec l'épiderme une forme arrondie. Chaque cellule contient, suspendues dans un protoplasma incolore, presque homogène, plusieurs grosses gouttes de la matière grasse rouge jaune, caractéristique des Urédinées. La coloration générale de la pustule provient en grande partie de cette matière grasse, dont la couleur toutefois est plus ou moins masquée et troublée par le brunissement de l'épiderme.

Les rangées prennent leur origine d'un enchevêtrement d'hyphes qui s'étendent sous forme de couche horizontale ou légèrement concave de la face interne de la pustule ; elles sont constituées par les branches de ces hyphes qui s'appliquent contre l'épiderme. Ce tissu est interrompu irrégulièrement par des cellules mortes du parenchyme foliaire ; les hyphes se continuent de tous côtés par des filaments mycéliens vigoureux, ramifiés et cloisonnés, abondamment répandus sous toute la pustule dans les méats intercellulaires du parenchyme de la feuille. Sous les pustules complètement développées, les cellules du tissu des hyphes et du mycélium contiennent également de grosses gouttes d'huile de couleur jaune rouge, tandis que chez les exemplaires non développés, recueillis à la limite de la neige fondante, le mycélium, situé sous les pustules encore pâles, renferme des gouttes de matière grasse incolores.

En se rapportant à tout ce que l'on sait aujourd'hui de la biologie des Urédinées, les faits ci-dessus mentionnés suffisent pour montrer que les pustules proviennent du mycélium qui existe d'abord. Les observations directes qui viennent à l'appui de cette affirmation seront exposées plus loin.

La dénomination employée plus haut a été choisie par la raison que chacune des cellules externes, respectivement supé-

rieures, des rangées des pustules se comporte pendant son développement, ou, suivant l'expression consacrée, pendant sa germination, comme une téleutospore d'Urédinée typique. Ceci s'applique au moins aux trois cellules supérieures des files plus allongées du centre ; quant aux files périphériques plus courtes, le nombre est moins élevé. Les articles inférieurs ou internes, par rapport à la substance foliaire de chaque rangée, servent dans ce cas de support ou de *manche* à leurs téleutospores. Les recherches plus étendues sur les rapports de nombre entre les téleutospores et les basides d'une seule file rencontrent des difficultés techniques considérables, et n'ont d'ailleurs qu'une importance restreinte à cause de leur inconstance ; nous ne les avons donc pas poursuivies.

Dans l'état signalé plus haut, les téleutospores sont mûres et capables de germer ; mais comme la germination ne s'effectue qu'en présence d'une humidité considérable, il en résulte que les cultures réussissent bien dans un endroit saturé de vapeur d'eau, ou en plaçant la face supérieure de la feuille sur le liquide.

La germination débute par l'allongement perpendiculaire à l'épiderme des files qui composent les couches de téleutospores. Cet allongement a pour effet de crever l'épiderme, soit au centre, soit sur les bords du foyer, qui, ainsi dénudé, se présente avec une belle couleur rouge. Il est accompagné en même temps dans les cellules, et principalement dans les téleutospores elles-mêmes, d'une division successive des grosses gouttes jaunes de matière grasse en une infinité de gouttelettes qui se répartissent régulièrement dans le protoplasma incolore. Avant que la téleutospore subisse des changements ultérieurs, son protoplasma acquiert, à la suite de cette répartition, une coloration uniforme générale, excepté sur la couche pariétale qui demeure incolore. Les phénomènes qui se passent ensuite peuvent être décrits en peu de mots, en se reportant à ce que l'on connaît au sujet d'autres Urédinées, et particulièrement du *Puccinia* ou *Chrysomyxa Abietis*. La téleutospore émet un tube promycélien qui, dans les téleutospores supérieures, part du

bord de la paroi primitivement en contact avec l'épiderme, et dans les autres immédiatement au-dessous de la paroi transversale qui les limite supérieurement. Chaque tube promycélien, après avoir fini son allongement et recourbé son extrémité supérieure généralement en arc, se divise par trois ou quatre cloisons transversales. Chacune des cellules ainsi formées, sauf généralement l'inférieure, émet de son extrémité supérieure un stérigmate qui sépare à son sommet une sporidie réniforme. Tous ces phénomènes, considérés séparément, se passent exactement comme on l'a décrit pour les *Puccinia*, *Chrysomyxa* et autres genres analogues.

Le premier allongement, autant qu'il a été possible de faire les observations, paraît s'effectuer simultanément dans une même couche; le développement devient ensuite plus rapide à certains endroits du bord ou du centre. Dans chaque file de téleutospores cependant, considérée séparément, tous les phénomènes de germination commencent d'abord dans la téleutospore supérieure pour apparaître successivement dans les téleutospores de plus en plus profondes. Par conséquent les promycéliums des téleutospores supérieures recouvrent les premiers d'un duvet rouge orangé la surface du foyer mise à nu, tandis que ceux des étages de téleutospores inférieures n'apparaissent que successivement. Tous atteignent néanmoins le même niveau; ceux de l'étage inférieur s'insinuent par conséquent entre les téleutospores déjà germées des étages plus élevés. Ils deviennent d'autant plus longs que l'étage auquel ils appartiennent est plus bas (fig. 3). A la suite de tous ces changements amenés par la germination, le tissu se gonfle considérablement pendant un certain temps. Il apparaît enfin à l'œil nu sous forme d'un épais coussinet, couvert d'un duvet, puis saupoudré de la poussière des sporidies. Tels sont, en général, les changements de structure dont les couches de téleutospores sont le siége. Il ne reste plus qu'à faire remarquer que les différentes files d'un foyer, probablement relâchées dans leur ferme connexion latérale par la résolution des couches mitoyennes de leurs parois, deviennent plus facilement séparables, et que les

cellules inférieures des files, caractérisées plus haut comme supports ou manches, deviennent également le siège d'un allongement accompagné d'une distribution plus fine de la matière grasse rouge, et de la formation de vacuoles.

Quand la germination est terminée, toutes les parties du foyer s'affaissent dans le même ordre successif qui a présidé à la germination ; de sorte que finalement le tout présente une masse ratatinée qui, même si l'on en connaît le développement, laisse à peine quelques indications de sa structure primitive. Au-dessus de cette masse ratatinée, l'épiderme fendu se referme ordinairement en laissant subsister de petites fentes. Si à l'origine le foyer, arrivé à un degré avancé de germination, formait un corps bien développé et très visible à l'œil nu, il est devenu maintenant tout à fait insignifiant, n'étant plus, dans le *Rh. hirsutum*, qu'une tache quelque peu proéminente, recouverte d'un épiderme déchiré, difficile à découvrir sur le *Rh. ferrugineum* à cause des écailles glanduleuses rousses qui le recouvrent d'une couche épaisse. Le tissu de la partie foliaire qui porte les assises du Champignon meurt toujours après la germination, et brunit à travers toute son épaisseur. Les taches qui en résultent permettent facilement de reconnaître les feuilles qui portaient des téleutospores.

Les sporidies, complètement développées, se détachent des stérigmates et sont lancées à une petite distance par un mécanisme qui (je ne l'ai pas examiné) est probablement semblable à celui qui agit sur les spores des Coprins (1). La force avec laquelle elles sont projetées n'est pas considérable. Si l'on dispose un foyer en germination au-dessus d'une plaque de verre dans un endroit saturé de vapeur d'eau, de manière que les files de téleutospores soient placées horizontalement, on constate après un certain temps que les sporidies les plus éloignées se trouvent à une distance d'un demi à un millimètre de leur point de départ.

Les phénomènes de germination des sporidies sont en tout

(1) Compar. Brefeld, *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze*, III, p. 65.

point les mêmes que ceux des puccinies; ils se manifestent dès leur maturité, pourvu qu'elles restent dans une enceinte suffisamment humide ; dans les deux cas, la sporidie émet directement un tube germinatif, ou forme un court stérigmate sur lequel se développe une sporidie secondaire qui ne tarde pas à donner naissance à un tube germinatif.

Pour arriver à une solution définitive de la question principale, on pratiquait des ensemencements de sporidies en fixant des foyers de téleutospores en germination à une faible distance au-dessus du substratum dont il fallait déterminer l'aptitude pour ces espèces de cultures. Après l'émission des sporidies, ces foyers furent enlevés et les cultures soumises à un degré d'humidité suffisamment grand. De tels essais ont donné d'abord sur les jeunes feuilles récemment développées du *Rh. hirsutum* des résultats purement négatifs. Ni à la face supérieure, ni inférieure de la feuille, il n'y eut pénétration des tubes germinatifs, qui périrent, ainsi que les sporidies, quelques jours après.

Tout autres furent les résultats sur les feuilles d'Épicéa jeunes et tendres, à peine sorties du bourgeon d'hiver et encore pourvues d'un épiderme peu épais : trente-six à quarante-huit heures après l'ensemencement, on pouvait constater la formation de nombreux tubes germinatifs de sporidies qui avaient pénétré dans les cellules épidermiques à des endroits indéterminés, correspondant à l'ensemencement. J'ai vu, dans des cultures serrées, pénétrer jusqu'à quatre filaments germinatifs dans une seule cellule épidermique. Les phénomènes de cette pénétration à travers la paroi des cellules sont tout à fait pareils à ceux qui ont été souvent décrits pour les *Puccinia*, *Uromyces*, etc. Après quarante-huit heures, tous les filaments avaient parcouru la longueur entière de la cellule épidermique, et commençaient à se ramifier en montrant toujours la partie un peu renflée, voisine de leur point d'entrée, séparée de la partie apicale plus allongée par une cloison transversale : ce fait ne s'observe pas chez les autres Urédinées. En partant des cellules épidermiques, les filaments pénètrent rapidement dans les méats intercellulaires du parenchyme foliaire et s'y déve-

loppent en un mycélium abondamment ramifié, pendant que la partie de la feuille infestée se décolore et acquiert peu à peu une teinte rouge jaune. Des jeunes feuilles, inoculées le 10 juin, permettaient cinq jours plus tard de reconnaître des taches jaunes pâles, sur lesquelles apparurent, à partir du 20, de nombreuses spermogonies. Pendant ce temps, les feuilles poursuivaient leur développement normal; les taches avaient pris en même temps plus d'extension, et le mycélium avait envahi toute l'épaisseur des zones transversales infestées de la feuille. Alors commença lentement la formation des fructifications d'écidiospores, dont les premières rompirent l'épiderme le 9 juillet. A la fin de ce mois, le développement des écidies avait atteint son apogée.

Ce résultat final était obtenu sur des pousses non détachées de jeunes Épicéas de semis de deux à quatre ans, cultivés en pots depuis le mois d'octobre en vue des observations à effectuer l'année suivante. Sur les individus bien robustes et bien garnis de feuilles, les pousses infestées étaient finalement toutes pareilles aux pousses recueillies dans les Alpes. Sur les aiguilles minces des semis âgés de deux ans et sur celles d'autres pousses restées faibles par suite de la transplantation, le Champignon atteignit également des dimensions plus réduites. Un assez grand nombre des aiguilles plus faibles commencèrent à se dessécher partiellement ou totalement après l'apparition des spermogonies; dans ce dernier cas, les feuilles ne tardèrent pas à tomber: phénomène déterminé sans doute par une infection surabondante. L'inoculation ne réussit pas sur des rameaux coupés, placés dans l'eau et conservés frais; le développement du Champignon s'arrêta à la formation des spermogonies, sans aller au delà, quoique les pousses eussent longtemps conservé leur fraîcheur.

Toutes les expériences d'infections décrites jusqu'ici ont été faites, soit en opérant sur de jeunes pousses de l'Épicéa à peine dégagées des écailles du bourgeon dont les feuilles serrées se recouvraient encore l'une l'autre, soit sur des entrenœuds à peine allongés. L'infection réussit bien encore sur les exemplaires

(pousses terminales et latérales de semis âgés de deux ans) chez lesquels les entrenœuds et leurs feuilles sont récemment allongés; mais, dans ce cas, les fructifications à spores acquièrent un développement fort restreint. Sur ces exemplaires, les sporidies ont pu tomber également, soit entre les feuilles déjà existantes, soit sur des entrenœuds où le Champignon s'est développé en donnant naissance à des spermogonies et à quelques rares fructifications. Il sera probablement très difficile, sinon impossible, de déterminer rigoureusement le temps pendant lequel le jeune feuillage demeure susceptible d'être infesté, parce qu'on aura certainement affaire ici à des différences individuelles nombreuses. Des pousses robustes, coupées sur des arbres plus âgés, laissèrent à peine reconnaître des traces douteuses de pénétration après l'allongement complet et récent de leurs entrenœuds. Sur les feuilles plus âgées de l'année précédente, il ne se produit plus la moindre infection : c'est ce qui résulte des expériences entreprises *ad hoc* et de l'observation, d'après laquelle, sans exceptions, l'*Æcidium* de l'Épicéa ne se trouve jamais à l'état spontané sur d'autres pousses que celles de l'année.

Pour avoir la biologie complète de notre Champignon, il fallait réaliser encore des ensemencements d'écidiospores, sur des feuilles de *Rhododendron*. Ces essais furent pratiqués le 6 septembre 1878 avec des écidies spontanées, fraîchement apportées des Alpes, et pendant les mois de juillet et d'août 1879 avec des écidies cultivées. Chaque fois les spores furent semées, dans le jardin ou dans un appartement, sur des feuilles de l'année du *Rh. hirsutum* complètement exemptes de Champignon, les spores des *Æcidium* spontanés sur celles d'un petit pied provenant des Alpes, mais cultivé déjà depuis une année dans un jardin, les autres sur des exemplaires très robustes provenant de Gand. Les spores furent semées d'abord sur la face inférieure des feuilles. La germination eut lieu au bout de vingt-quatre heures; après trois ou quatre jours, les filets germinatifs entrèrent dans les stomates, puis, de là, dans les méats intercellulaires du parenchyme. Sur celles des feuilles

de la culture de 1879 restées attachées au pied, apparurent, environ trois semaines après l'ensemencement, des taches brunes. Le brunissement s'étendit insensiblement de la face inférieure à travers toute l'épaisseur de la feuille; dix semaines après l'ensemencement, on ne voyait encore aucune éruption d'un Champignon quelconque. Une feuille cependant, examinée quatre semaines après l'ensemencement, portait dans les méats intercellulaires des taches et de robustes filaments mycéliens ramifiés, qui se distinguaient de ceux pourvus de téleutospores par l'absence des gouttes jaune rouge de matière grasse, pareils en cela aux filaments décrits plus haut comme existant au début de la formation des téleutospores.

Le pied infesté en 1878 ne fut pas soumis à un contrôle microscopique. Après avoir été transporté dans la serre au mois d'octobre, il montra également des taches brunes sur quelques-unes de ses feuilles : le 5 novembre, apparut sur une d'elles une pustule d'*Uredo* dont il sera question plus loin; quelques autres pustules apparurent au mois d'avril; il n'y eut ni téleutospores, ni aucune éruption de Champignon après le 25 avril.

Un autre essai d'inoculation fut tenté sur des feuilles non marquées des deux pieds belges (dont l'un d'ailleurs ne reçut aucune semence), de telle sorte qu'ils furent placés entre les petits Épicéas infestés, couverts d'écidies. Il était facile de voir, à l'époque de la maturité des écidies, que les spores avaient abondamment saupoudré le feuillage des Rhododendrons, résultat auquel on arrivait quelquefois plus facilement en secouant les petits arbres. L'humidité nécessaire à la germination était, en cas de nécessité, entretenue par un arrosage de tous les soirs. Huit à dix semaines après l'ensemencement, quelques-unes des feuilles de l'année portaient des taches brunes caractéristiques, sans toutefois formation de spores.

II

Les résultats qui précèdent permettent de résoudre la question de l'origine de l'*Æcidium* sur l'Épicéa. Le Champignon qui produit ces écidies passe l'hiver sous forme de mycélium dans les feuilles de l'année et toujours vertes de la Rose des Alpes ; il forme au printemps, puis à la face inférieure des feuilles, des téleutospores qui germent aussitôt, donnent naissance à des sporidies qui se développent également et dont les filaments germinatifs pénètrent dans le jeune feuillage de l'Épicéa qu'ils ont atteint, pour y former pendant l'été le mycélium appelé à produire les écidies. Des tubes germinatifs des spores écidiennes pénètrent dans les stomates des feuilles de Rhododendron, puis se développent en mycélium hivernant, qui recommence le même cycle l'année suivante, en produisant également des *Uredo*.

L'apparition en masse de l'*Æcidium* de l'Épicéa dans les régions que nous venons d'indiquer, trouve son explication complète dans l'abondance tout à fait extraordinaire des téleutospores et dans les circonstances de leur développement. Il n'existe en effet peut-être aucune autre forme de Champignon parasitaire qui infeste son hôte avec plus de constance et en plus grande abondance. On peut dire sans exagération qu'on trouvera peu de pieds spontanés du *Rh. hirsutum* ou du *Rh. ferrugineum* qui ne portent le Champignon en question, sur la plupart de leurs rameaux et dans un certain nombre de feuilles de l'année précédente, au moins, généralement, sous forme de téleutospores, et, dans certains cas déterminés, sous forme d'*Uredo*.

On peut facilement se procurer le Champignon en recueillant, avant ou pendant l'époque de la floraison, une poignée de feuilles de Rhododendron. On comprend néanmoins que, malgré cette abondance, les foyers de téleutospores n'aient pas été reconnus jusqu'ici, non-seulement parce que l'attention est généralement moins dirigée sur les Champignons de la Rose des Alpes, mais parce que les rares connaisseurs ont eu peu souvent l'occasion

d'examiner les Rhododendrons avant l'époque de leur floraison. Or, les foyers de téleutospores que l'on trouve encore en vie *vers* cette époque sont, aussi loin que porte mon expérience, en voie de germination, et ressemblent alors tellement à un *Uredo* que, même signalés, ils n'auraient pas été aperçus, par la raison que l'examen d'une forme d'*Uredo* connue présente en elle-même très peu d'intérêt. La plupart des foyers de téleutospores ont donc terminé leur germination, les uns à l'époque de la floraison des Rhododendrons, les autres peu après; ils sont alors ratatinés, et l'on a de la peine à les reconnaître pour des Champignons, quoique les taches foliaires brunies qui les portent soient à cette époque très facilement reconnaissables.

On peut cependant, même en reconnaissant le Champignon et les taches qu'il produit, ignorer son abondance, si l'on ne tient pas compte de ce que la Rose des Alpes, pour autant que je sache, se dépouille de ses feuilles anciennes et toujours avant la seconde période; de sorte qu'au printemps, avant l'épanouissement des bourgeons d'hiver, le pied n'est garni que des feuilles de l'année précédente. Celles des feuilles qui sont destinées à tomber, restent attachées, il est vrai, chez beaucoup d'individus, et peut-être chez la plupart, jusqu'à l'arrière-saison, longtemps après l'époque de la floraison; tandis que d'autres, au contraire, tombent dès que l'inflorescence et le feuillage de l'année sont à peine arrivés à leur complet développement. On peut trouver ainsi, à une époque relativement avancée de l'année, même entre les pieds encore fleuris, d'autres individus qui se font remarquer par leur feuillage d'un beau vert et par l'absence des taches de téleutospores. Ils ne forment cependant que des intervalles apparents dans la dispersion générale du Champignon, car un examen plus profond fait reconnaître le feuillage sans taches pour celui de l'année, tandis que les feuilles qui portent les marques du Champignon sont répandues sur le sol.

La répartition si étendue des téleutospores sur les Rhododendrons est cause de la grande abondance des germes qui peuvent infester les Épicéas du voisinage. Rien qu'en ne comptant sur

une tache de téleutospores que 10 000 files de ces dernières, ce qui est certainement loin d'atteindre le chiffre moyen réel, et en ne prenant pour chaque file que trois téleutospores qui germent et qui donnent naissance chacune à trois sporidies, on arrive, pour les milliers et les milliers de feuilles infestées d'un buisson de Rhododendrons, à des chiffres tout à fait fantastiques. Les sporidies mûres lancées par leurs stérigmates comme il a été montré plus haut, tombent alors, ou bien peuvent être entraînées, en raison de leur légèreté, par des courants atmosphériques dans une direction soit latérale, soit verticale, ce qui, soit dit en passant, est facile à imiter sous cloche au moyen d'un aspirateur. Dans ces circonstances, leur dispersion sur le voisinage est nécessairement abondante; il est à peine besoin de faire remarquer qu'elles s'attachent aux feuilles, et d'autant plus facilement, que la rosée ou les brouillards en ont rendu la surface plus humide. Des agents autres que les courants atmosphériques ou les phénomènes météorologiques n'interviennent probablement pas dans leur dispersion. C'est d'ailleurs nécessairement par l'intervention d'agents de cette espèce qu'on rencontre parfois des sporidies assez loin de leur point d'origine. Ainsi, on trouve souvent des Épicéas attaqués par l'*Æcidium* sans qu'il y ait des Rhododendrons dans le voisinage immédiat. Le massif d'Épicéas situé près d'Aesch et mentionné plus haut est, en ligne directe, à une distance d'au moins 100 mètres et davantage des Rhododendrons les plus rapprochés; or, le courant humide qui descend dans la vallée et qui chasse le brouillard peut, en quelques secondes, entraîner des milliers de sporidies.

On a montré également plus haut que le jeune feuillage seul ne peut être infesté que jusque vers la fin de l'allongement internodal, et que la pénétration et le développement ultérieur des germes de sporidies réussissent mieux sur les pousses nouvellement sorties des bourgeons d'hiver et dont les feuilles sont encore pressées l'une contre l'autre. Ceci pourrait en tout cas être la règle tout à fait prédominante pour les Épicéas développés en plein air; j'ai du moins, dans ce cas

trouvé l'*Æcidium* et les spermogonies toujours exclusivement sur les feuilles, jamais sur les entrenœuds. L'expérience nous apprend cependant que le Champignon peut pénétrer et se développer également dans les entrenœuds encore verts qui viennent de terminer leur allongement. Les sporidies ont, dans tous les cas, plus de chance d'arriver sur les feuilles que sur les entrenœuds, parce que la superficie totale des feuilles sur chaque rameau est bien plus grande que celle des entrenœuds et parce que les feuilles forment ensemble, autour des entrenœuds même allongés, un écran, ouvert il est vrai, mais qui ne reçoit pas moins les sporidies qui s'abattent.

Il est d'ailleurs peu important de savoir s'il y a l'une ou l'autre fois infection d'un entrenœud ou non. Ce qui est démontré, c'est que la formation des écidies n'a lieu que sur le feuillage jeune de l'Épicéa; il ne reste plus qu'à savoir comment l'infection par le Champignon est assurée. Ce but est atteint grâce à la coïncidence de l'époque de germination des téleutospores et de la formation des sporidies avec celle de l'épanouissement des bourgeons de l'Épicéa. Ces deux phénomènes ne sont cependant pas partout synchroniques ; on rencontre plutôt des différences considérables déterminées par des causes soit externes, soit internes, qui font que des individus de même espèce, quoique très rapprochés, diffèrent de plusieurs semaines dans leur développement. Ce fait est connu de quiconque a examiné un bois d'Épicéas au printemps ; on ne voit sous ce rapport aucune différence entre le Champignon de la Rose des Alpes et l'Épicéa. Il existe donc un intervalle de temps déterminé durant lequel les deux parties demeurent dans un état favorable à l'infection. Cet intervalle peut avoir une durée variable et tomber, suivant la localité et les conditions atmosphériques, dans différentes phases de l'été. Veut-on le désigner par rapport aux phases de développement de la Rose des Alpes, on pourra dire qu'il coïncide à peu près avec l'épanouissement des bourgeons d'hiver pour prendre fin au commencement de l'époque de la floraison. A la Balmwand, par exemple, les téleutospores recueillies le

3 juin sur les pentes exposées au soleil et dépourvues de neige depuis quelque temps déjà étaient au moins très voisines de la maturité. Transportées à Strasbourg et tenues aussi sèches que possible sans exposer les feuilles à être fanées, elles furent mises en culture le 7 juin : beaucoup d'entre elles commencèrent à germer après vingt-quatre heures. Les bourgeons d'hiver des Rhododendrons et des Épicéas étaient encore complètement fermés, tandis que ceux qui croissaient au milieu du massif d'Épicéas près d'Aesch, un peu en aval de cette localité, commençaient à ouvrir leurs bourgeons. Des rameaux de Rhododendrons recueillis le 26 juin dans la même contrée portaient quelques foyers de téleutospores qui avaient fini de germer, et beaucoup d'autres qui, après avoir été humectés, se gonflaient et perçaient déjà l'épiderme après une ou deux heures. Les bourgeons d'hiver de ces rameaux venaient de s'ouvrir. Je n'ai pu comparer les Épicéas de cet endroit le 26 juin ; mais à en juger d'après leur état au 3 juin, ils avaient certainement commencé à développer leurs pousses à cette époque. Sur des Rhododendrons rapportés de différents endroits, au mois de juillet, à l'époque où leur floraison allait commencer, j'ai toujours trouvé des téleutospores arrivées au terme de leur germination ou entrées déjà dans les premières phases de leur développement rétrograde. A partir du milieu du mois d'août, je n'ai plus trouvé dans les contrées que j'ai visitées, même en cherchant attentivement, que des foyers de téleutospores ratatinées et dont la germination était terminée depuis longtemps. Les Rhododendrons avaient toujours alors dépassé le maximum de leur floraison et développé complètement leur feuillage de l'année ; l'*Æcidium* de l'Épicéa avait, de son côté, atteint l'apogée de son développement.

Les faits et considérations qui viennent d'être rapportés pour e pliquer la présence de l'*Æcidium* de l'Épicea nous permettent également de comprendre pourquoi cette affection devient plus rare à mesure qu'on s'éloigne des régions qu'habite la Rose des Alpes, et nous donnent la raison de son absence dans les régions plus basses, couvertes d'Épicéas et mentionnées

plus haut. Plus on descend dans la vallée, en s'éloignant de la région des Rhododendrons, plus la période de l'épanouissement de l'Épicéa est précoce — dans le Schæchenthal, cette période avait commencé déjà le 3 juin à une altitude de 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer — et moins il est probable que les sporidies provenant des Rhododendrons les plus rapprochés rencontrent encore un substratum qui convienne à leur développement. Ensuite l'arrivée de sporidies susceptibles de germer doit être accompagnée de difficultés croissant avec la distance. Quoiqu'on soit forcé d'admettre que des corps petits et légers comme les sporidies peuvent être transportés rapidement à une grande distance par les courants atmosphériques, il n'en est pas moins vrai que les obstacles que rencontre le courant dans sa direction descendante et les corps auxquels les sporidies peuvent rester attachées deviennent plus nombreux, et que le danger de périr par dessiccation qui les menace, devient plus grand : on sait, en effet, que ceci arrive rapidement et très facilement chez les sporidies des Urédinées. En résumé, ce sont, d'un côté les différences entre les époques de développement aux différents niveaux, de l'autre les difficultés qui s'opposent au transport des sporidies capables de germer, qui déterminent la limite inférieure de la répartition de l'*Æcidium* de l'Épicea. Dire dans chaque cas séparé laquelle de ces deux causes est la plus efficiente, sera difficile, même dans les recherches ultérieures à entreprendre.

Il est à peine besoin de dire comment le Champignon parvient sur le feuillage de l'année des Rhododendrons dans les endroits où ils se trouvent associés aux Épicéas : les écidiospores, dont nous connaissons le mode de germination, sont produites en quantités immenses, se répandent facilement en poussière à la maturité, et trouvent à cette époque partout le feuillage susceptible d'être infesté. Le Champignon cependant dépasse de beaucoup les régions où la Rose des Alpes accompagne l'Épicéa. Je l'ai vu suivre les Rhododendrons partout dans les Alpes, jusqu'aux limites les plus élevées de leur répar-

tition, qui laissent même les petits Épicéas rabougris des centaines de mètres derrière elles. Il est peut-être moins fréquent dans les hautes altitudes et sur les pentes absolument dépourvues d'arbres que dans la région des Épicéas : les moyens d'évaluation nous manquent pour l'affirmer; mais toujours est-il que son abondance y est encore telle qu'elle permet de le découvrir presque sans peine sur chaque pied. D'après ce qui précède, la question de savoir comment le Champignon arrive chaque année dans ces régions n'est donc pas encore suffisamment résolue. S'agit-il de pentes déboisées qui s'élèvent directement au-dessus de la région des Épicéas chargés d'*Æcidium*, comme par exemple sous le sommet de la Scesa plana, au Lünersee, et à quelques centaines de mètres encore au-dessus, alors on peut admettre sans difficultés la possibilité d'un transport abondant d'écidiospores par des courants atmosphériques ascendants. On sait en effet que des corps bien plus pesants peuvent être transportés de la sorte : telles sont les feuilles d'arbres que l'on trouve sur les champs de neige à une très grande altitude. On sait également que les écidiospores, formées en si grande abondance, se répandent en poussière, c'est-à-dire qu'elles s'élèvent facilement dans l'air et avec l'air, ce qui les rend aptes à subir un long transport. Elles sont beaucoup plus susceptibles d'être transportées que les sporidies, parce que, ainsi qu'il a été dit plus haut, elles conservent dans l'air sec leur faculté germinative durant des semaines. Comme on ne peut pas mesurer en réalité la quantité d'écidiospores transportées de là à un niveau plus élevé, on ne pourra pas décider si cette quantité est suffisante pour expliquer le phénomène en question. D'une autre part, le Champignon accompagne également la Rose des Alpes dans des endroits où l'arrivée annuelle d'écidiospores fraîches est soumise à des difficultés plus grandes. D'après mes souvenirs et les observations récentes que M. le docteur Magnus a bien voulu faire sur ma demande, le Champignon est répandu partout sur le *Rh. ferrugineum* qui forme dans l'Engadine supérieure le taillis des bois de Mélèzes et de *P. Cembro*.

On n'y trouve pas d'Épicéas sur de grandes étendues : autour de Pontresina par exemple, M. Magnus ne les a rencontrés qu'en peu d'endroits, généralement dans les jeunes plantations cultivées, et alors ils étaient *dépourvus* d'*Æcidium*. Or, en supposant même qu'il se trouvât des Épicéas à une distance directe de quelques kilomètres seulement du bois de *Cembro;* en admettant que la quantité d'écidiospores nécessaires soit transportée par les courants atmosphériques de cet endroit au *Pinus Cembro*, celui-ci formerait toujours un abri sous lequel une infection de la Rose des Alpes par l'*Æcidium* de l'Épicéa serait difficile à expliquer.

Il s'agit donc de trouver d'autres foyers d'infection, et l'on pourrait se demander d'abord si le Champignon du *Rhododendron* peut développer ses écidies sur d'autres plantes que l'Épicéa. Par analogie avec des Urédinées métoïques connues, cela n'est pas probable *à priori*, car celles-ci développent les écidies toujours sur une ou plusieurs espèces hospitalières de parenté très rapprochée; or, les espèces très voisines de l'Épicéa qui pourraient être prises en considération ne s'y trouvent pas.

Cependant le cas d'un développement d'écidies sur des plantes hospitalières très hétérogènes ne serait pas impossible chez une espèce métoïque. Il y a bien en effet sur des plantes alpines quelques formes d'*Æcidium* encore isolées; mais entre la présence toujours sporadique de celles-ci et la répartition si étendue du Champignon de la Rose des Alpes, on ne peut trouver aucune relation; on ne connaît rien d'ailleurs au sujet d'un rapprochement à effectuer entre un de ces *Æcidium* et le Champignon des Rhododendrons des bois de l'Engadine, qui intervient plutôt dans l'infection du feuillage des Rhododendrons sous la forme d'un Champignon qui est l'*Uredo*. Comme on l'a déjà fait remarquer, elle est connue depuis longtemps sous le nom d'*Uredo Rhododendri* (1). Il est certain qu'elle appartient au même cycle de développement auquel

(1) De Candolle, *Flore française*, vol. VI, p. 86.

appartiennent les formes de téleutospores et d'*Æcidium*. La preuve en est dans les essais de cultures rapportés plus haut et dans l'observation non équivoque, souvent facile, de l'origine de cette forme du même mycélium qui produit les téleutospores. Aussi loin que portent les observations que j'ai faites et que je communique sous la réserve de rectifications ou de confirmations ultérieures qui peuvent résulter de recherches poursuivies pendant des années dans des localités aussi différentes que possible, je puis dire que la répartition de l'*Uredo* est particulière. Dans la région caractérisée par la présence simultanée et en abondance de l'Épicéa et de la Rose des Alpes, ainsi à une altitude de 1000 à 1200 mètres, il se trouve rarement ou pas du tout. Je l'ai observé isolément dans le Brandnerthal, près de Bludenz, sur le *Rh. hirsutum*, à une altitude d'environ 1100 mètres (sur *Rh. hirsutum*). A la Balmwand (1200-1300 mètres) je l'ai cherché en vain au mois de juin, en août et en septembre, après la germination des téleutospores. Par contre, on le trouve souvent et quelquefois en quantités très considérables tant dans les endroits situés au-dessus de la limite supérieure de l'aire de l'Epicéa que dans des endroits situés plus bas, près ou au-dessous de la limite inférieure de la Rose des Alpes. C'est ainsi que je l'ai trouvé au mois d'août au-dessus de la Balmwand, sur le Klausenpass (env. 1900 mètres), en assez grande abondance sur le *Rh. ferrugineum*; de même sur le *Rh. hirsutum* à une hauteur d'environ 1500 au-dessus du niveau de la mer, au-dessus de la Brunnialp près du Schæchenthal. Dans le Brandnerthal et au pied du sommet de la Scesa plana, il apparaît fréquemment en grande quantité, et, par endroits, sur le *Rh. hirsutum* au-dessus de la région de l'Épicéa, jusqu'à une altitude approximative de 2000 mètres. Enfin, dans les forêts autour de Pontresina, le Champignon est principalement représenté au moins par l'*Uredo* (1). J'ai recueilli moins d'observations sur les plantes

(1) Les exemplaires d'Engadine supérieure que j'ai examinés ne portaient d'ailleurs que de l'*Uredo* et aucune téleutospore. Ils étaient peu nombreux et récoltés seulement à la fin d'août. L'absence totale des téleutospores dans cette région

spontanées des régions inférieures. Cependant je puis mentionner un envoi de *Rh. hirsutum* avec nombreux *Uredos* récoltés à la fin du mois de juin près de Schliersee (env. 700 mètres); je pourrais nommer également un groupe de *Rh. hirsutum* cultivé à l'Axenstein, près du lac des Quatre-Cantons, à une altitude d'environ 670 mètres au-dessus du niveau de la mer et bien au-dessous de la région des Rhododendrons spontanés : ce groupe était, le 5 juin, tout jaune d'*Uredo* et de téleutospores germantes.

L'*Uredo* se présente, soit à la face inférieure de la feuille en formant de petites proéminences arrondies, isolées, ou disposées en groupes semblables à ceux des téleutospores, soit sur les pétioles et avec la même forme. Chez les exemplaires fortement attaqués, on les remarque sur les entrenœuds, où ils forment de grands foyers qui font éruption au travers des fentes longitudinales de l'épiderme. Ce dernier phénomène est particulièrement fréquent sur le *R. ferrugineum* des forêts de l'Engadine; on le rencontre cependant également sur le *Rh. hirsutum* et le long des pentes rocheuses déboisées. Je n'ai vu qu'une seule fois l'*Uredo* apparaître à la face supérieure de la feuille chez un exemplaire cultivé en serre. Les feuilles sur lesquelles il s'établit sont, pour la plupart, de l'année précédente, et portent à la fois, ou non, des téleutospores. Le développement et l'éruption des *Uredos* a lieu, soit avant, soit pendant la germination des téleutospores, soit plus tard, à la fin du mois d'août et pendant le mois de septembre. Leur position et leur proportion numérique par rapport aux foyers de téleutospores sont très inégales sur les différentes feuilles : ou bien les petits groupes de l'*Uredo* sont très rapprochés de ces foyers, ou bien ils en sont éloignés. Sur les exemplaires provenant de Schliersee, le nombre des foyers de téleutospores l'emportait de beaucoup sur celui de l'*Uredo*, tandis que sur les plantes de l'Axenstein le contraire avait lieu, et la forme urédinienne était plus nombreuse que les

n'est pas encore démontrée par ce fait; il faut des recherches ultérieures, en tenant compte de l'assertion de M. Magnus, d'après lequel l'*Æcidium* ne se trouverait pas sur les Épicéas de cette région.

foyers de téleutospores entremêlés sans ordre. J'ai trouvé, rarement il est vrai, pendant le déclin de l'été (en août, septembre), des *Uredo* spontanés sur des feuilles de l'année. Les entrenœuds qu'il habite, sont, pour autant que j'ai pu l'observer, toujours de l'année précédente et libres de téleutospores.

Les foyers d'*Uredo* consistent, comme dans le *Coleosporium* ou le *Cæoma* Tul., en files serrées de spores successivement désarticulées, qui, réunies en une masse compacte, font éruption sous l'épiderme crevé, pour se résoudre ensuite peu à peu en spores isolées. A la base, aussi loin qu'il est enfoncé dans la substance de la feuille, le foyer est entouré d'un bourrelet très serré, formé par des hyphes (branches du mycélium) dont les cellules courtes et trapues sont dirigées perpendiculairement contre l'épiderme. Le foyer semble ainsi sortir du bourrelet comme d'une enveloppe en forme de godet. Les hyphes du bourrelet forment autour de la base de la masse des spores environ six assises circulaires concentriques qui deviennent successivement plus courtes au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la base. Les spores prennent naissance par étranglement successif simultanément avec des cellules basilaires ou cellules intercalaires (*Zwischenzellen*) transitoires, c'est-à-dire que chaque cellule détachée au sommet de la baside par une paroi transversale se divise de nouveau en deux cellules sœurs dont la supérieure, plus grande, devient la spore, tandis que l'autre, plus petite, après un accroissement insignifiant, se dissout vers l'époque de la maturité de sa spore sœur (1). Les spores mûres peuvent être qualifiées d'ovales; quelques-unes ont une forme ellipsoïdale assez régulière; la plupart sont plus ou moins irrégulières, pointues, à angles émoussés, etc.; leur

(1) Une révision des phénomènes en question nous montre que cette formation de cellules intercalaires (*Zwischenzellen*), connue depuis longtemps chez les écidies d'Urédinées qui habitent les Conifères, est pour le moins très répandue, probablement tout à fait générale chez les formes d'Urédinées qui forment des chapelets de spores par étranglement successif. En dehors des exemples déjà connus, je l'ai trouvée, par exemple, dans les écidies des *Puccinia Graminis, Pimpinellæ, Falcariæ, Violarum*, dans l'*Æcidium elatinum*,

plus grande largeur atteint en moyenne de 15 à 20μ. Elles sont remplies d'une substance jaune orange telle qu'on la trouve chez les Urédinées. Elles sont pourvues d'une membrane composée de deux couches sans pores germinatifs distincts. La couche externe est assez mince, chagrinée, irrégulière et marquée en coupe transversale de cette réticulation en forme de bâtonnets observée chez beaucoup de spores d'Urédinées.

Quant à leurs phénomènes de germination et à leur faculté germinative qui s'éteint après quelques semaines, les urédospores se comportent comme les organes homologues d'autres Urédinées. Les tubes germinatifs que j'ai observés étaient pour la plupart singulièrement ramifiés. Il était à prévoir que les urédospores transmettent le Champignon sur le Rhododendron. Cette prévision fut confirmée directement par un essai d'ensemencement sur les feuilles intactes d'un des exemplaires du jardin. L'ensemencement eut lieu le 7 septembre : au 10 octobre, les premiers foyers d'*Uredo* firent éruption sur les feuilles infestées. Mais cette culture n'a pu produire des téleutospores; les feuilles tombèrent pendant l'hiver qui succéda. On a cependant déjà fait remarquer plus haut qu'elles peuvent prendre naissance du mycélium urédinéen sur des plantes en plein air. Le Champignon peut ainsi être conservé et répandu par les urédospores sous les deux formes qui habitent le *Rhododendron*. Les urédospores naissent abondamment dans les régions où l'*Æcidium* de l'Epicéa fait défaut, et elles compensent ici l'absence ou la diminution du nombre des écidiospores.

Les rapports que nous avons décrits comme existant entre la production des urédospores et des téleutospores nous fournissent un exemple remarquable d'adaptation d'un parasite à son entourage. On est habitué, dans les cas d'adaptation de différents

dans l'*Uredo* du *Coleosporium;* les figures de Hartig (*Wichtige Krankheiten der Waldbäume*, pl. IV et V) indiquent leur présence chez les *Peridermium Pini, Cæoma pinitorquum* et *Laricis*. La forme et surtout la hauteur et la durée des cellules intercalaires sont très différentes, suivant les cas; ce qui est cause qu'on les a souvent laissées échapper ou prises pour des lamelles de la membrane. Les détails nous mèneraient trop loin ici; un cas spécial sera exposé plus loin. Comparez, pour le moment, la figure 4.

organismes, à attribuer à chacun d'eux une certaine part active, en sorte que les propriétés de l'objet auquel l'adaptation s'applique agissent comme causes externes premières sur les modifications sollicitées par l'adaptation sur le sujet.

Ici, au contraire, objet et sujet sont passifs à un degré très élevé, si l'on admet comme indifférentes les causes *internes* dépendant des particularités du développement du Champignon et acquises par hérédité. Personne ne voudra croire que l'absence de l'Epicéa lui-même favorise, ou que sa présence empêche la production d'*Uredo*. L'idée d'attribuer une signification causale à la présence ou à l'absence de l'*Æcidium* serait déjà plus facile à soutenir *à priori* : la progéniture directe de l'*Æcidium* ne pourrait-elle pas posséder des propriétés un peu différentes, être moins apte à développer l'*Uredo* que celle des urédospores ? Cette hypothèse tombe devant les résultats obtenus par les essais d'ensemencement au moyen de l'*Æcidium* dont nous venons de parler et sur lesquels nous reviendrons plus tard. On peut toujours concéder que, dans des districts où abondent, comme dans l'Engadine, le Mélèze et le Cembro, la production continuelle d'*Uredo* prédispose le Champignon à se développer dans ce sens ; mais la question de savoir pourquoi la production d'*Uredo* s'établit d'abord en cet endroit et non ailleurs reste à découvrir. Les considérations qui découlent des faits que nous venons d'exposer portent plutôt à croire que la vraie cause du phénomène doit résider, non dans les plantes intéressées, mais dans les *conditions climatériques* différentes suivant l'altitude, et qui sont celles qui déterminent les limites de répartition de l'Épicéa et du Rhododendron. Il est impossible de dire aujourd'hui quelle est l'influence individuelle exercée sur la production de l'*Uredo* par chacun des agents : température, pression atmosphérique, humidité de l'air, insolation, etc., dont l'action d'ensemble forme le climat. Nous ne savons pas davantage jusqu'à quel point l'influence modificatrice qu'ils exercent sur le Champignon est directe ou indirecte, en tant qu'ils provoquent tout d'abord dans les Rhododendrons des changements dans la distribution de

l'eau, dans l'assimilation, dans la formation et l'accumulation de matières de réserve, etc., qui alors seulement exercent leur influence sur le Champignon. Bien que les recherches expérimentales sur chacune de ces questions soient possibles, elles rencontrent cependant aujourd'hui un obstacle dans la difficulté de cultiver les Rhododendrons; le développement exubérant de ces derniers au delà des limites supérieures de l'Épicéa rend d'ailleurs cette influence indirecte des agents climatériques peu probable. Quoi qu'il en soit à cet égard, l'influence déterminante du climat devient manifeste, non-seulement d'après les observations connues, mais encore d'après les essais de culture. Je dois mentionner d'abord ces ensemencements d'*Æcidium* cultivés à différentes reprises pendant l'année 1878 dans le jardin et la serre à Strasbourg, où ils ont développé l'*Uredo* à l'exclusion des téleutospores. Plus instructive encore est l'observation suivante : J'ai déjà dit que je n'ai pas trouvé d'*Uredo* spontané à la Balmwand; il y était en effet *au moins* très rare pendant deux années. Le 3 juin, on emporta de cet endroit quelques centaines de rameaux de Rhododendrons qui furent placés dans l'eau et conservés frais à Strasbourg. Beaucoup d'entre eux eurent en effet des feuilles fraîches jusque vers le milieu du mois de juillet (quoiqu'un certain nombre d'entre elles et fraîches fussent tombées) ; les bourgeons d'hiver, qui étaient encore complètement fermés lors de la récolte, se développèrent, et un certain nombre de fleurs arrivèrent même à se bien épanouir. Les feuilles de l'année précédente de la plupart des exemplaires portaient, lors de la récolte, des foyers abondants de téleutospores, tandis que l'*Uredo* était généralement aussi rare dans les cultures que dans les habitations naturelles. Certaines feuilles cependant firent exception à cette règle : à partir du 7 juillet, quelques foyers d'*Uredo* firent éruption à leur face inférieure. Tel fut particulièrement le cas des rares feuilles survivantes des pousses qui avaient été recueillies sous la neige fondante. Ces feuilles contenaient, on se rappelle, à l'époque de la récolte, du mycélium avec trois organes de reproduction du Champi-

gnon différents. Plus tard apparurent des téleutospores parfaitement capables de germer, et finalement des foyers d'*Uredo*. En d'autres termes, ces exemplaires qui avaient été transportés avec leur mycélium capable de se développer de leur habitation spontanée dans un milieu différent, se comportaient comme ceux de l'Axenstein par exemple ; leur mycélium développait tout de suite de l'*Uredo*, tandis qu'à la Balmwand, suivant les observations faites en cet endroit, ce développement n'aurait pas eu lieu. Finalement, je veux répéter que je sais parfaitement qu'il ne s'agit jusqu'à présent ici que d'une série d'observations qui, bien que concordantes sous tous les rapports, sont cependant encore en quelque sorte isolées, et que ces observations, pour acquérir une certitude absolue, devront être continuées pendant des années entières dans des régions alpines.

III

Certains faits m'ont fait soupçonner que la biologie du Champignon était incomplètement connue.

On sait que MM. d'Albertini et de Schweinitz ont les premiers décrit un *Æcidium abietinum* (1) d'après des exemplaires trouvés dans les environs de Niesky, dans l'Oberlausitz. Mais ils ne nous ont pas donné les caractères microscopiques de cette forme. Quant aux caractères macroscopiques, ils correspondent en tout à la description et aux figures du Champignon alpestre. M. le Dr Woronine a bien voulu me communiquer un *Æcidium* qui habite les aiguilles des Conifères aux environs de Wiborg en Finlande, et qui présente également tous les caractères macroscopiques de l'échantillon alpestre ; de sorte que toute incertitude sur l'existence d'un *Æcidium abietinum* extra-alpestre était certaine. Comme la Rose des Alpes ne se trouve ni dans la Lausitz, ni en Finlande, ces faits présentaient au premier abord une anomalie. On pouvait se demander s'il y aurait deux *Æcidium abietinum*, c'est-à-dire deux espèces urédinéennes, identiques quant à leur forme éci-

(1) *Consp. Fungorum Niesk.*, V, 120.

dienne, sur l'*Abies*, bien que différentes quant à leurs téleutospores et au substratum de leur cycle pléiomorphique; si le même Champignon pouvait parcourir des phases vitales différentes suivant les contrées, ou bien s'il était capable de terminer le cycle des formes en restant le même; et si enfin des téleutospores et l'*Uredo* pouvaient exister sur d'autres espèces hospitalières que les *Rhododendron?* Telles étaient les questions qu'il fallait résoudre d'abord. La réponse ne pouvait être douteuse, quand M. Woronine, sur ma demande, si les épicéas qu'il avait trouvés n'étaient pas accompagnés d'Ericacées, m'eût répondu qu'il n'avait rencontré l'*Æcidium* près de Wiborg que sur ceux de jeunes Épicéas qui croissaient en compagnie du *Ledum palustre*. MM. d'Albertini et Schweinitz ne mentionnent pas cette particularité; mais, dans la préface de leur ouvrage, ils appellent spécialement l'attention sur la grande abondance du *Ledum* dans les limites de leur flore. Cet arbuste porte fréquemment, comme on le sait depuis longtemps, une forme d'*Uredo* (*U. Ledi* A. et S.) qui est au moins très semblable à l'*Uredo* du *Rhododendron*. M. Woronine me l'a envoyée également de Wiborg, où il l'avait rencontrée. On pourrait donc s'attendre à trouver presque avec certitude également les téleutospores de cette forme, au moins très voisines de celles du Champignon de la Rose des Alpes, sur le *Ledum*, du moment qu'on les cherchait au printemps sur les feuilles de l'année précédente. Les recherches que M. le D[r] Magnus a bien voulu faire dans le Grunewald, près de Berlin, ont donné tout de suite le résultat attendu. Peu après parut un travail (1) de M. Schröter, qui, après être arrivé par une voie toute différente de celle que j'ai suivie à la découverte des téleutospores du *Ledum*, en donne, ainsi que de l'*Uredo*, une excellente description en émettant même l'idée d'une relation possible entre l'*Æcidium* et l'Épicéa de la Lausitz et le cycle pléiomorphique du Champignon du *Ledum*. En renvoyant au travail de M. Schröter et en s'en rap-

(1) *Entwicklungsgeschichte einiger Rostpilze* (Cohn's *Beiträge zur Biologie*, Band III, Heft 1).

portant à ce qui a été dit plus haut, il suffira de faire remarquer que les rapports constitutionnels aussi bien que les conditions biologiques du Champignon du *Ledum* sont presque exactement les mêmes que ceux du Champignon du *Rhododendron*. Ce n'est qu'au commencement de juin que j'ai pu avoir des téleutospores capables de germer. Par suite de la saison déjà avancée, les germinations n'ont donné qu'un faible résultat : deux petites feuilles seulement ont fourni des sporidies aptes à infester quatre jeunes pousses d'Épicéa mises en expérience; résultat suffisant néanmoins pour constater que les sporidies donnent naissance sur l'Épicéa à un *Æcidium* qu'il est impossible, sans recherche microscopique attentive, de distinguer de l'*Æcidium* alpestre.

Il existe cependant quelques différences entre ce dernier et le Champignon du Nord. Mais en ce qui concerne les rapports purement morphologiques, je n'ai pu trouver aucune différence entre les téleutospores et les produits de leur germination de l'un et de l'autre. Pour l'*Uredo*, la différence est à peine sensible; je puis dire seulement que dans la forme du *Ledum*, j'ai trouvé la membrane des spores mûres toujours pourvue d'une lamelle externe plus épaisse et marquée de petits bâtonnets plus serrés que dans la forme du *Rhododendron*. De même, les écidies ainsi que les spermogonies n'ont pas seulement des ressemblances extérieures; elles possèdent également dans la plupart de leurs parties la même structure et le même développement. Cette dernière remarque s'applique particulièrement aux spores, dont nous devons encore examiner plus particulièrement l'histoire du développement. Chaque chapelet de spores (fig. 4) est formé par étranglement successif à l'extrémité supérieure d'une courte baside en forme de massue; de sorte que celle-ci sépare d'abord par une paroi transversale plane une cellule mère de spore délicate et presque cylindrique. Cette cellule, après être devenue une fois et demie plus longue que large, commence par accroître considérablement sa paroi latérale sur l'une des faces, tandis qu'elle reste presque droite sur le côté opposé et lui donne la forme d'un

tonneau irrégulier. Ensuite une paroi plane, partant de l'angle formé par la paroi transversale et le côté bombé, atteint le tiers inférieur du côté droit opposé, divise la cellule mère en deux cellules sœurs inégales : une, inférieure, plus petite, en forme de coin, c'est la *cellule-manche* ou *cellule intercalaire;* l'autre, supérieure, plus grande, se transforme en spore. Celle-ci est au début de forme irrégulière. Elle augmente considérablement en volume et devient régulière à la maturité, presque globuleuse, ou ellipsoïde, ou parfois très allongée, pendant que la plus grande étendue de sa surface se transforme en épispore ponctué, chagriné, finement strié dans le sens radial, sans pores germinatifs distincts, ainsi que M. Reess l'a déjà décrit. En même temps la cellule-manche se développe en hauteur et surtout en largeur ; elle reste constamment plus basse du côté de l'encoignure primitive des deux parois que du côté opposé, devenu convexe, et prend la forme elliptique. Finalement, cette cellule disparaît par suite de la gélification, et enfin par la dissolution de sa membrane (pareille aux couches externes primaires de la membrane des cellules mères et des parois transversales). Elle conserve toutefois une trace de sa connexion avec la spore : la partie de la paroi elliptique et relativement étendue de cette dernière qui se trouvait en rapport avec la cellule-manche, la « surface de contact » (*Ansatzfläche*), reste en effet toujours plus plate et plus mince que le reste de la paroi de la spore. Cette paroi fait saillie sur le contour de la surface moins épaissie, de manière à l'entourer d'un bord tranchant. Cette face de contact n'existe pas là où la spore touche à la cellule-manche qui lui est immédiatement supérieure. J'ai trouvé généralement la séparation en cellule-manche et en cellule-spore dans la troisième cellule mère inférieure formée par la baside, mais rarement dans la quatrième seulement; la gélification de la membrane des cellules-manches est ordinairement déjà très avancée dans la prolification de la sixième cellule mère d'un chapelet. Tous ces phénomènes sont identiques, pour autant qu'on a pu le constater, dans les deux formes d'écidies que nous envisageons en ce moment. Une

légère différence, à laquelle cependant je ne voudrais pas attacher une grande importance, semble exister : dans l'*Æcidium* du Nord, la paroi entière des spores est ordinairement un peu plus épaisse, la surface de contact plus distincte, marquée de ponctuations et plus finement chagrinée que dans la forme alpestre, où je n'ai pu distinguer exactement la moindre ponctuation sur la surface de contact.

Par contre il existe entre les deux formes écidiennes une différence essentielle dans la structure plus intime de l'enveloppe ou péridie (fig. 5-8). La péridie est constituée, comme dans toutes les écidies pourvues d'enveloppe, par une assise simple de cellules polygonales qui, arrivées à maturité, ne contiennent que de l'air. Les parois cellulaires ainsi que la membra e des spores laissent reconnaître aux endroits épaissis la striation perpendiculaire à la surface, et sur celle-ci des proéminences qui correspondent aux stries plus fortement réfringentes. Les cellules de l'enveloppe sont dans les deux formes fortement aplaties de dehors en dedans.

Or, dans la forme alpestre (fig. 5, 6), chaque cellule est comprimée et constitue une écaille convexe en dedans, concave en dehors ; les deux surfaces, en se réunissant, forment des rebords dont l'un, celui qui se trouve à l'extrémité acroscopique de la cellule (celle qui regarde l'ostiole de la péridie), est émoussé, tandis que l'autre, basiscopique, est tranchant. Il n'y a pas de parois latérales distinctes, et c'est à peine si l'on aperçoit un lumen cellulaire ; la paroi externe est presque complètement appliquée contre la paroi interne : la première est mince et lisse ; la seconde, au contraire, est fortement épaissie, nettement pourvue de stries en bâtonnets, de telle sorte qu'on distingue les « bâtonnets » fortement réfringents plongés dans une substance fondamentale qui l'est moins. Les cellules sont agencées de façon que le bord tranchant basiscopique de chacune recouvre la surface extérieure du bord émoussé acroscopique de celle qui est située en dessous, à la manière des tuiles d'un toit ; les bords latéraux se touchent ou sont légèrement imbriqués.

Dans la forme écidienne du *Ledum* au contraire, chaque cellule présente la forme d'une plaque généralement biconcave.

La surface extérieure est formée par la paroi externe mince et lisse; la surface intérieure, par la paroi interne, modérément épaissie et striée, constituée de telle sorte que les « bâtonnets », faiblement réfringents, sont réunis par une substance fondamentale plus fortement réfringente et moins transparente. Les deux parois externe et interne sont réunies par des parois latérales distinctes, planes, partout de même hauteur et formant avec elles un angle presque aigu.

Les parois latérales offrent des épaississements qui forment des proéminences convexes en s'avançant dans le lumen de la cellule et sont parcourues dans toute leur épaisseur de fortes stries au milieu d'une substance fondamentale plus claire. Ces stries courent à peu près parallèlement du bord externe au bord interne, qu'elles rejoignent pour la plupart à angle presque droit; quelques-unes, plus courtes, s'arrêtent à la surface ou bien se réunissent à d'autres en formant avec elles un angle aigu. Chaque cellule est réunie par toute sa surface externe et plane aux cellules voisines.

Ces différences ont pour effet de faire croire à la présence de deux enveloppes d'un aspect singulièrement différent : dans la forme alpestre, on remarque des champs à double contour strié, étroit et souvent effacé (à cause de l'imbrication), ainsi que des points obscurs sur fond clair; tandis que dans la forme provenant du *Ledum*, les champs présentent l'aspect d'une plaque criblée de points clairs se détachant sur fond obscur, et sont nettement limités par les parois latérales, épaisses, sillonnées de fortes stries et réunies par une lamelle médiane transparente et délicate. En outre, les champs des cellules de la forme du *Ledum* sont ordinairement plus régulièrement hexagonaux, plus petits et disposés en files plus régulières que les autres.

Pour les figures 5-8, qui représentent ces divers états, des raisons techniques ont déterminé l'emploi d'un fort grossisse-

ment ; mais il suffit d'un grossissement moyen pour les bien distinguer.

Ces différences dans la structure de l'enveloppe méritent d'être signalées, parce que, à en juger d'après les observations faites jusqu'à présent, elles sont très constantes. Les cultures d'*Æcidium* que j'ai pu obtenir avec les téleutospores du *Ledum*. bien qu'imparfaites à cause du mauvais état des pousses d'Épicéas infestées, m'ont néanmoins permis de reconnaître des phénomènes tout aussi concluants que ceux qui se sont manifestés sur les exemplaires robustes de la Finlande (1). Au surplus, tous les individus de la forme alpestre se sont comportés de la même façon, soit qu'ils aient été cultivés, soit qu'ils fussent spontanés et recueillis dans les endroits les plus divers et dans des années les plus différentes.

A ces diversités de nature purement morphologique s'ajoute une petite particularité biologique de la forme parasitaire du *Ledum*, qui consiste en ce que déjà au printemps, souvent en même temps que les téleutospores, l'*Uredo* apparaît sur les feuilles de l'année dernière ; le Champignon se reproduit abondamment pendant l'été par les spores de l'*Uredo* et se répand également sur le jeune feuillage : toutes particularités qui rappellent ce que nous savons sur le Champignon des Rhododendrons de l'Engadine ou de l'Axenstein. Le Champignon du *Ledum* acquiert de la sorte, sur sa plante hospitalière, une extension qui pourrait bien ne pas être inférieure à celle du Champignon de la Rose des Alpes, et qui peut-être dans une mesure est bien plus grande. En m'en rapportant à M. Magnus, l'Épicéa manque absolument dans les stations du *Ledum* au Grunewald, près de Berlin ; l'*Uredo Ledi* cependant y habite depuis bien des années (2), et, pour autant que je sache, fait rarement défaut dans un bois de *Ledum*.

(1) Également dans les exemplaires finlandais de la même forme de Champignon qui a été publiée récemment, dans la quinzième centurie de *Mycotheca univ.*, n° 1428, de Thümen, sous la dénomination inexacte de *Peridermium coruscans*. (*Note supplémentaire.*)

(2) V. Schlechtendal, *Flora Berolin.* (1824, II). Des exemplaires que je tiens de Schlechtendal même remontent à l'année 1821.

Tous ces faits étant connus, on peut se demander si le Champignon du *Ledum* et celui du *Rhododendron* sont capables d'infester à l'aide des urédospores et des écidiospores, et *vice versâ*, les *Rhododendron* et les *Ledum;* et si ces changements sont cause des modifications correspondantes qui se manifestent dans la structure de leurs écidies. En d'autres termes, il s'agit de savoir si les deux Champignons doivent être considérés comme des formes d'*une seule espèce* modifiables par leur passage sur une plante hospitalière différente, ou bien si ce sont *deux* espèces distinctes, quoique très apparentées. Je suis forcé de laisser cette question sans réponse, parce que je n'ai pu encore arriver à me procurer des *Ledum* aptes à recevoir les ensemencements nécessaires, et parce que je n'y attache pas une assez grande importance pour me décider à remettre la fin de mon travail à une date incertaine. Toutefois on distingue comme espèces telles formes qui, bien que très semblables, se différencient par des caractères que l'observation a démontré comme héréditairement constants. Les deux Champignons doivent donc être considérés *pour le moment* comme espèces distinctes.

IV

Si nous passons maintenant à la détermination des types observés, en essayant de leur assigner une place naturelle dans la classification des Urédinées ou, si l'on aime mieux, des Æcidiomycètes, nous pouvons admettre que ce système, tel qu'il a été établi dans le temps par M. Tulasne et par moi, et tel qu'il a été complété plus récemment par M. Schröter, est assez bien connu dans ses traits principaux. Rappelons brièvement que, parmi les formes dont on connaît suffisamment le développement, il n'y a qu'*un seul* groupe formé par le genre *Endophyllum*, qui se sépare des autres en ce qu'il donne lieu à la formation d'écidies dont les spores reproduisent directement, ou par l'intermédiaire de sporidies, un

mycélium donnant naissance à son tour à des écidies, tandis que les téleutospores font complètement défaut. Les autres formes qui sont connues forment des téleutospores.

Les expériences qu'on a pu faire sur celles dont le développement est connu nous ont appris que les caractères de première valeur pour le groupement naturel et synoptique des espèces sont précisément offerts par les téleutospores et les produits immédiats de leur germination. D'autres organes ou d'autres rapports biologiques, etc., peuvent, bien entendu, fournir également de bons caractères de classification, mais ces caractères ont, suivant les cas, une valeur et une utilité pratique très inégales. Ces expériences ont donc permis de construire un cadre dans lequel toutes les espèces qui forment des téleutospores, même celles dont le développement est imparfaitement connu, se laissent ranger, pour la plupart, d'une façon naturelle. En dehors de ce système, auquel l'*Endophyllum* vient s'ajouter, se trouve un appendice constamment en décroissance de formes écidiennes et urédinéennes incomplètement connues.

Il faut donc prendre pour point de départ la comparaison des téleutospores que nous venons de décrire avec celles antérieurement connues. Cette comparaison montre la concordance qui règne entre les premières et les téleutospores du *Chrysomyxa Abietis* restées monotypiques jusqu'à présent (1). La ressemblance est en effet si complète, qu'il est difficile de préciser les différences entre les téleutospores en germination ou complètement développées du *Chrysomyxa Abietis* et celles du Champignon du *Rhododendron*. Les foyers du *Chrysomyxa* sont, il est vrai, ordinairement plus grands sous tous les rapports, et les téleutospores plus nombreuses dans chaque rangée.—M. Reess en énumère 12, et les rangées, ainsi que le fait remarquer cet auteur, sont généralement ramifiées ; les sporidies sont en moyenne plus arrondies et plus petites que dans le Champignon du *Ledum* et du *Rhododendron*. M. Reess a trouvé que, dans le

(1) Comp. Reess, *loc. cit.*, p. 77 et suiv.

Chrysomyxa, le diamètre est de 5 à 6 μ; tandis que M. Schröter trouve dans le *Ledum* une longueur de 11 μ, sur une largeur de 7 μ. J'ai pu déterminer sur le *Rhododendron* leur longueur moyenne : elle est de 14 μ, sur une largeur de 10 μ. Toutes ces mesures ne sont que des différences en plus ou en moins. Les petites sporidies du Champignon de la Rose des Alpes n'atteignent également qu'une longueur de 10 μ et une largeur de 6 μ, et l'on y trouve aussi, quoique rarement, des files de téleutospores ramifiées. Si les téleutospores et les sporidies étaient seules connues, la séparation de ces formes de Champignons, comme espèces, présenterait en effet des difficultés. Mais on découvre une différence essentielle dans d'autres caractères morphologiques. Le *Chrysomyxa Abietis* ne possède ni *Æcidium* ni *Uredo*, ou du moins on ne les connaît pas, et l'on a des raisons de croire à leur non-existence. Les filaments germinatifs sporidiens qui pénètrent dans les jeunes feuilles de l'Épicéa développent un mycélium qui forme à son tour directement des téleutospores. Ces particularités rendent nécessaire la séparation de ces espèces. Il s'établit, entre le *Chrysomyxa Abietis* et les espèces déjà décrites, le même rapport que celui qui existe dans d'autres groupes d'Urédinées, tel, par exemple, entre les Leptopuccinies et les Eupuccinies de M. Schröter, avec interpolation d'une génération écidienne entre deux générations téleutosporées successives pour les Eupuccinies.

Quant à la coordination des formes et à la nomenclature, il est d'usage, d'après l'exemple de MM. Tulasne et Schröter, de réunir comme genres les groupes ayant même structure des téleutospores, et de former des associations secondaires, des sous-genres, etc., d'après les différences dans la marche du développement. Ainsi, par exemple, on aurait le genre *Puccinia* avec les sous-genres *Eupuccinia, Leptopuccinia* et d'autres. En suivant cette règle, les trois Champignons en question, dont nous nous occupons, doivent faire partie du genre *Chrysomyxa* sous les noms de *Chr. Abietis*, *Chr. Ledi*, et *Chr. Rhododendri*; le genre se décomposerait alors en deux subdivisions qui pour-

raient être appelées, par analogie avec les divisions du *Puccinia* auxquelles elles sont parallèles :

a. *Euchrysomyxa* (1) : *Chr. Ledi* et *Rhododendri*.

b. *Leptochrysomyxa : Chr. Abietis*.

Mais si on se laisse guider exclusivement par des raisons de priorité, le nom d'*Euchrysomyxa* devra être remplacé par la dénomination moins heureuse de *Melampsoropsis* sous laquelle M. Schröter réunit le *Chr. Ledi* et le *Chr. Rhododendri*.

Il se pourra qu'avec le temps il devienne opportun de resserrer les genres dans des limites plus étroites, ainsi qu'on l'a fait déjà pour une partie des autres Urédinées, et d'élever les *Euchrysomyxa* et *Leptochrysomyxa* au rang de genres. Des raisons à l'appui de ce que j'avance se dégageront des conditions suivantes :

Dans la division des Urédinées, les *Chrysomyxa* se rapprochent surtout du *Coleosporium*, ainsi que M. Reess l'a démontré pour le *Chr. Abietis*, et comme je l'ai déjà indiqué dès 1853, comme étant probable pour le *Chrys. Ledi*, d'après la structure de l'*Uredo* (2). M. Schröter réunit même les *Chr. Ledi* et

(1) En employant la préfixe « *eu* », je m'écarte de la méthode de M. Schröter, d'après lequel on aurait dû mettre « *hetero* ». Cependant, en y réfléchissant un peu, on verra que les Eupuccinies et les Hétéropuccinies de M. Schröter ne peuvent pas être réunies à d'autres groupes fondés sur la *marche du développement*, tels que *Leptopuccinia, Brachypuccinia*. Si on les réunit d'après nos connaissances sur leur mode de développement, on en fera *un seul* groupe coordonné aux Leptopuccinies, car leur évolution est exactement la même. Ils se distinguent alors les uns des autres par les caractères biologiques, l'autœcie et respectivement la métœcie, caractères qui appartiennent à une autre catégorie que ceux qui ont servi au premier groupement et sur lesquels on pourra fonder deux subdivisions, et mettre par exemple : I. *Puccinia :* 1. *Eupuccinia*, a. *Auteupuccinia*, b. *Hetereupuccinia;* ensuite 2. *Leptopuccinia*, etc. — J'avoue qu'une application rigoureuse de la logique de systématisation pourrait paraître hâtive ici, parce que beaucoup des divisions qu'on a établies ne reposent que sur des bases au moins provisoires, à cause de l'état imparfait des connaissances sur leur développement général. Or, justement pour ces motifs il serait à désirer qu'on procédât avec la plus grande sévérité dans l'arrangement et la dénomination de ceux des groupes que nous connaissons parfaitement, tels que les Eupuccinies, *Euchrysomyxa* et d'autres.

(2) *Brandpilze*, p. 24.

Chr. Rhododendri, comme subdivision *Melampsoropsis*, au *Coleosporium*, et ne laisse subsister le *Chr. Abietis* qu'à raison des particularités de son développement. Mais en admettant cette manière de voir, on n'a pas pris, ce me semble, suffisamment en considération les propriétés des téleutospores et de leurs produits germinatifs. Leurs foyers ont bien chez le *Coleosporium* une structure semblable à celle des foyers du *Chrysomyxa*; leurs membranes épaisses, vitreuses et gélatineuses fournissent bien un caractère précieux, mais elles ne marquent pas une différence assez profonde. Les phénomènes de la germination sont au contraire essentiellement différents. Comme M. Tulasne (1) l'a montré, dans le *Coleosporium* chacune des quatre téleutospores d'une file émet un tube étiré, en forme d'alêne (stérigmate), qui forme à son sommet, sans division ultérieure, en employant tout son protoplasma, *une seule* sporidie; tandis que dans les *Chrysomyxa* la téleutospore donne d'abord naissance à un promycélium qui se comporte alors, relativement à la formation de sporidies, comme la rangée entière des téleutospores du *Coleosporium*. Ceci constitue une différence morphologique de même valeur au moins que d'autres caractères sur lesquels sont basés les genres d'Urédinées aujourd'hui adoptés, tels que *Puccinia*, *Uromyces*, *Melampsora*. Il me semble donc plus rationnel, tout en reconnaissant leur grande parenté, de considérer les *Chrysomyxa* comme groupe distinct, et de les mettre à côté et non dans les *Coleosporium*.

V

L'histoire du développement et la biologie des *Chrysomyxa* ont été, je crois, exposées si complètement dans ce qui précède, qu'elles ne présentent d'intérêt qu'en ce qu'offre un cas spécial nouveau d'un phénomène connu. L'attention a déjà été appelée plus haut sur un de ces points, c'est-à-dire sur la formation d'un *Uredo* favorisée ou entravée par certaines causes extérieures. Il ne reste plus qu'à examiner les conséquences

(1) *Ann. sc. nat.*, 4e série, II, pl. 7, 8.

qui intéressent la classification des Champignons en général. Je le fais en appliquant les résultats obtenus à la théorie de la descendance.

Les *Chr. Ledi* et *Chr. Rhododendri* doivent être considérés, ainsi que nous venons de le dire, comme espèces distinctes. Elles se ressemblent tellement en effet, qu'il était impossible de ne pas se demander si elles ne pourraient pas être rattachées l'une à l'autre par le changement alternatif dépendant de leurs plantes hospitalières. Cette question repose sur l'idée d'une origine commune, — idée qui se présente à tout esprit non prévenu, — soit qu'une des espèces descende de l'autre, soit que toutes deux tirent leur origine d'une souche très-voisine. Quelle que soit la réponse définitive à cette question et qu'on adopte la dénomination d'espèce ou de variété, les faits constatés indiquent toujours que la différenciation des deux Champignons est déjà ancienne : c'est-à-dire qu'elle date d'une période pendant laquelle les limites d'habitation de la Rose des Alpes et du *Ledum* se touchaient. Actuellement les stations de ces deux plantes sont tellement éloignées l'une de l'autre, qu'un échange de spores des deux espèces susceptibles de germer devient, sinon absolument impossible, du moins très invraisemblable, si l'on se rappelle ce que nous avons dit sur la limite du Champignon de l'Épicéa et du *Rhododendron* dans les Alpes mêmes. L'hypothèse d'un échange de spores par l'intermédiaire d'un *Uredo* qui pourrait se développer sur d'autres Phanérogames que les *Ledum* et *Rhododendron* doit être écartée, puisque ce dernier phénomène ne se produit pas. Les Urédinées qui habitent d'autres Ericacées communes aux deux flores et qui les relient, sont trop différentes de celles qui nous occupent.

Il en est de même pour les *Chr. Ledi* et *Rhododendri*, et pour le *Chr. Abietis*, qui entraînent l'idée d'une origine commune ; mais on pourrait simplement voir dans le *Chr. Abietis* une modification des *Chr. Ledi* ou *Rhododendri*, chez lesquels, par une cause inconnue, la formation des écidies s'est éteinte; ou bien, en sens inverse, pourrait-on considérer les *Melampsoropsis* comme

des modifications du *Chr. Abietis*. Cette supposition se présente d'autant plus naturellement à l'esprit, qu'on sait que le *Chr. Abietis*, par suite des particularités de son développement, suit l'Épicéa dans tout le vaste domaine de sa répartition, et qu'il n'est nulle part si abondant que dans certaines vallées des Alpes au voisinage immédiat de l'*Æcidium* de l'Épicéa. Dans le Schæchenthal, par exemple, on peut dire qu'il commence là ou l'*Æcidium* disparaît, et descend sans discontinuité jusque dans les régions subalpines. La possibilité d'un passage réciproque du *Chrysomyxa* ou *Melampsoropsis*, et inversement, ne saurait, encore une fois, être contestée absolument; cependant, d'après les observations rapportées plus haut, ce passage n'a réellement pas lieu. Le *Chr. Abietis* est en effet séparé comme espèce par des caractères tranchés et constants, plus que toute autre. Finalement, il ne reste donc plus, à moins qu'on ne veuille taxer d'illusoires les points de vue acquis, que la supposition qui considère le *Chr. Abietis* comme espèce héréditairement constante, issue du *Chr. Rhododendri*, respectivement *Ledi*, ou d'une espèce ancestrale appartenant à un temps géologique antérieur à l'époque actuelle.

La différence principale entre le *Chr. Abietis* et les autres types réside dans l'absence chez l'un, et dans la présence chez les autres, des écidies, ainsi que dans les phénomènes de leur développement. La forme ancestrale doit avoir offert un développement identique ou pareil à celui du *Chr. Rhododendri;* la différenciation morphologique du *Chr. Abietis* se sera établie par l'*élimination* de la formation d'écidies; ou bien, inversement, une forme ancestrale du type du *Chr. Abietis* aura déterminé l'évolution des *Melampsoropsis* par *adjonction* ou *interpolation* de l'*Æcidium*. Dans le premier cas, il y aurait eu évolution *régressive* du type fondamental; dans le second, évolution *progressive :* car l'établissement de l'*Æcidium* aurait marqué dans un cas la fin, et dans l'autre le commencement de la période la plus élevée de l'évolution. Les deux hypothèses peuvent être soutenues par un nombre égal d'arguments positifs et négatifs tirés de l'observation des phénomènes en question.

Cependant, si l'on tient compte des analogies, la première de ces deux manières de voir est de beaucoup la plus vraisemblable. D'abord ce serait un cas en oppositition avec toutes les expériences et avec tous les enseignements que l'on peut en tirer, si l'on admettait qu'un phénomène aussi remarquable que la fructification de spores à laquelle on donne le nom d'*Æcidium* pût apparaître, ainsi que les spermogonies, dans une forme ancestrale voisine du *Chr. Abietis.* On pourrait objecter, à la vérité, que cela n'est pas nécessaire, vu que des formes intermédiaires ont pu exister dans le cours d'une période d'évolution plus longue et avoir disparu aujourd'hui. On ne peut pas démontrer exactement que les choses ne se sont pas passées ainsi; mais les apparences sont si peu favorables à une telle interprétation, qu'elle ne saurait être admise aussi longtemps qu'il en existe une autre.

Ensuite l'évolution des Urédinées ou Æcidiomycètes est tout à fait comparable à celle de certains autres groupes de Champignons, particulièrement des Ascomycètes. Le terme morphologique de l'évolution de l'espèce est caractérisé dans les deux cas par la formation des spores : de l'*Æcidium* d'un côté, du fruit ascophore de l'autre. Ces deux sortes d'organes sont peut-être intimement homologues; ils doivent, en tout cas, être placés en parallèle. Dans le cours du développement de l'espèce, on voit fréquemment apparaître dans les deux groupes une *formation de conidies* souvent très abondantes. Cette formation n'est cependant pas nécessaire morphologiquement, comme le montrent les exemples de l'*Endophyllum* et de l'*Ascobolus furfuraceus* (1). Les téleutospores et l'*Uredo* ne sont autre chose en effet que des cas spéciaux caractéristiques de cette formation. Dans de nombreux exemples connus, la formation des conidies est très prédominante; elle démontre les espèces à travers des générations illimitées, et au fur et à mesure que cela arrive, les fructifications de spores deviennent de plus en plus rares. Pour citer enfin quelques exemples très

(1) Janczewski, *Botan. Zeitung*, 1871, p. 257.

connus, je rappellerai le *Puccinia Graminis* et le *Penicillium glaucum*. De ces phénomènes de décroissance des fructifications à spores à côté de la reproduction non interrompue de conidies, jusqu'à la disparition complète des premières, il n'y a qu'un léger pas; on comprend facilement que cette distance n'a pas été franchie une fois, au hasard, mais que le phénomène a pu se produire subitement, par saut, simplement parce que la formation des fruits à spores s'est arrêtée sans laisser de trace; car ils ne sont pas généralement nécessaires à la *conservation de l'espèce*, ainsi que nous l'apprend la formation prédominante des conidies. Il existe encore un exemple à mentionner ici : je veux parler d'abord de l'*Erysiphe Tuckeri* sur la Vigne européenne. Ce Champignon est un *Erysiphe* qui forme des conidies, le fait est indubitable; mais il est non moins certain qu'il tire son origine d'un autre *Erysiphe* portant des fruits à spores (1). Il est même probable que ce dernier continue à exister quelque part. A ce point de vue, il conviendrait d'examiner l'*Uncinula spiralis* (2) de l'Amérique. Quoi qu'il en soit, l'*E. Tuckeri* est apparu il y a vingt-sept ans sur la Vigne cultivée en Europe, pour ainsi dire sous les yeux de l'observateur, et comme une forme de Champignon *exclusivement* munie de conidies, qui la propagent et la conservent. Or, la fructification à spores a été tout simplement éliminée durant son évolution.

Tous ces exemples, auxquels on peut en ajouter bien d'autres tirés de groupes de Champignons correspondants, ayant même marche de développement (Péronosporées, Mucorinées), montrent non-seulement comment nous devons nous figurer l'élimination de la fructification sporifère de la marche évolutive d'une espèce de Champignon, mais comment cette élimination s'est faite réellement. En face de notre alternative et des difficultés qui s'opposent à l'adoption de l'hypothèse contraire, nous sommes amené à accepter la première, celle qui fait naître le *Chr. Abietis* par élimination des fruits écidiens d'une forme ancestrale voisine ou pareille au *Chr. Rhododendri*.

(1) Compar. *Beiträge zur Morphologie der Pilze*, III, 2, p. 51.
(2) Compar. Farlow, in *Bulletin of the Bussey Institution*, mai 1877.

On peut appliquer directement ce résultat à l'intelligence d'autres phénomènes particuliers aux Urédinées : je veux parler des rapports qui existent, d'après M. Schröter, entre les Leptopuccinies et les Eupuccinies, et de quelques autres cas semblables. Il ne sera pas dit pour cela qu'on ne puisse arriver peut-être un jour à découvrir les écidies actuellement inconnues de quelques Leptopuccinies. Cela est même probable, quand on considère le *Puccinia Berberidis* chilien, dont les exemplaires conservés en herbier nous montrent que l'espèce, d'après la germination immédiate des téleutospores, possède toutes les propriétés du *Leptopuccinia*, bien que les foyers de téleutospores soient portés avec des fructifications écidiennes par le même mycélium (1). D'un autre côté, on trouve des Leptopuccinies, telles que les *P. Dianthi*, *P. Malvacearum*, dont la marche du développement correspond à celle du *Chr. Abietis* et où l'on cherche vainement des écidies. Si ces dernières font réellement défaut, la même question que celle qui a été discutée plus haut pour les *Chrysomyxa* se présente relativement aux rapports génétiques qui relient certaines espèces à leurs parents les plus proches munis d'écidies ; la réponse à cette question devra, pour les mêmes raisons, être la même pour toutes deux.

S'il existe des espèces d'Urédinées dont les écidies sont éliminées du cycle du développement, et où l'on ne trouve que des conidies désignées sous le nom de téleutospores et de sporidies, il n'y a pas de raison pour ne pas admettre qu'il puisse y avoir également des espèces chez lesquelles les écidies, téleutospores et sporidies ont disparu, et où la forme conidienne, c'est-à-dire l'*Uredo*, subsiste seule. Le nombre des cas auxquels cette remarque pourrait s'appliquer est petit, il est vrai ; mais il est à peu près certain qu'une recherche plus

(1) Compar. *Monatsberichte der Berliner Akademie*, 1865, p. 31. Je n'y ai communiqué, au sujet du *P. Berberidis*, que les faits qui intéressaient le sujet que je traitais alors. Je profite de l'occasion qui se présente actuellement pour donner (voy. explication des figures) une description détaillée de cette plante intéressante.

approfondie finira par permettre d'intercaler dans le cycle morphologique d'espèces à facies plus nombreux la plupart des *Uredo* actuellement connus et isolés.

Quelques-uns de ces cas pourraient cependant être pris en considération : je fais allusion à l'*Uredo Symphyti* DC., par exemple.

Les résultats obtenus relativement aux rapports de parenté phylogénétiques du *Chr. Abietis* se prêtent enfin à une application qui dépasse les limites des Urédinées, en tant qu'ils permettent de déterminer les rapports de parenté entre les Urédinées et les Trémellinées, non pas en créant des points de vue nouveaux, mais en précisant mieux ceux qui existent déjà. Depuis les travaux célèbres de M. Tulasne sur les Trémellinées et les Urédinées (1), la similitude entre les foyers de téleutospores germant des Urédinées et les fruits des Trémellinées est connue et rend très probable une parenté naturelle entre les deux groupes (2). Mais il manque encore, il est vrai, à la détermination exacte de ce rapport, une base solide c'est-à-dire l'histoire complète du développement d'une Trémellinée, commencée à une génération à spores et poursuivie jusqu'à la première génération suivante de même nom. Néanmoins ce que l'on connaît des individus de ce groupe suffit pour autoriser la supposition d'un développement pareil à celui d'un *Leptopuccinia* dépourvu d'écidies ou à celui du *Chr. Abietis*. La notice publiée par M. Sautermeister (3) ne saurait fournir aucune objection à cette déduction : d'après lui, l'*Exidia recisa* posséderait, outre l'hyménium typique des Trémellinées, des fruits ascosporés. Mais les courtes indications de cet auteur ne contiennent, surtout en présence des nombreuses observations de M. Tulasne, rien qui puisse nous autoriser à prendre les thèques qu'il a vues, pour autre chose que pour des organes d'une espèce d'Ascomycète fixée en parasite ou en saprophyte sur un vieil *Exidia*.

(1) *Ann. sc. nat.*, 3e série, XIX, p. 194 et suiv.; 4e série, II, p. 77 et suiv.; 5e série, IV, p. 295, et XV, p. 215 et suiv.

(2) Compar., surtout l'exposé de Brefeld, *Schimmelpilze*, III, p. 183 et suiv.

(3) *Botan. Zeitung*, 1876, p. 819.

En partant donc de cette supposition, le *Chr. Abietis* lui-même serait une Trémellinée moins séparée des autres membres du groupe que ceux-ci ne le sont entre eux (1). Si elle ne vivait pas, contrairement aux « vraies » Trémellinées, en parasite sur des feuilles vivantes, elle n'aurait probablement pas été, avant la découverte des Melampsoropses, rangée parmi les Urédinées, mais plutôt parmi les Trémellinées, qui forment une série d'espèces très rapprochées : par conséquent, ce qui est constaté relativement aux relations de parenté générales de l'une doit pouvoir s'appliquer à toutes. On est ainsi amené à regarder l'ensemble des Trémellinées comme un produit du développement phylogénétique régressif d'Urédinées ou de formes ancestrales voisines. Reste à savoir pour le moment si leur origine doit être reportée à un ou à plusieurs points de la série urédinéenne. Les exemples du *Chrysomyxa* et des *Leptopuccinia* montrent toujours que de semblables phénomènes régressifs distincts peuvent se manifester sous une forme différente à des degrés variables de la série. Parmi les Trémellinées, on trouve des formes morphologiquement très développées, telles que celles des *Guepinia*, *Hydnoglœa* et autres. Mais il n'est pas probable que ces formes descendent directement de la série urédinéenne. Elles accréditent plutôt l'hypothèse d'une évolution indépendante de la série dans la voie régressive.

On sait que les Hyménomycètes typiques (auxquels s'ajoutent les Gastéromycètes) ont avec les Trémellinées beaucoup d'analogie de structure et de développement : aussi, en considérant leur mode de formation de spores, les réunit-on sous le nom de Basidiomycètes. Les recherches de M. Brefeld (2) nous apprennent que la marche du développement des Basidiomycètes types est, dans les traits principaux, la même que celle que nous avons admise plus haut pour les Trémellinées, quelque compliqués et divers que puissent être les phénomènes qui

(1) Compar. les basidies de l'*Hirneola* dans *Morphologie der Pilze*, p. 116, et surtout l'*Hypochnus purpureus*, dans *Ann. sciences nat.*, 5e série, XV, pl. 10, fig. 1 et 2.

(2) *Schimmelpilze*, III.

se manifestent dans le développement des espèces angiocarpes et hémiangiocarpes plus élevées. Il faut donc se demander si toute la série étendue des Basidiomycètes n'aurait pas pris son origine de formes initiales issues, comme le *Chr. Abietis*, par voie régressive. On peut se demander encore si des conidiophores d'espèces possédant des fructifications à spores homologues aux écidies n'auraient pas acquis les propriétés d'espèces héréditairement constantes. Reste alors à savoir si ces formes initiales régressives doivent être cherchées dans les Trémellinées mêmes, ou peut-être dans les descendants d'autres Champignons, et particulièrement dans certains Ascomycètes.

Je ne veux pas pénétrer plus loin dans une discussion qui n'est pas nouvelle d'ailleurs dans ses principes par la raison que, pour décider si les écidies doivent être considérées réellement comme homologues aux fructifications des Ascomycètes, il faudrait remonter plus haut que l'état actuel de nos connaissances ne le permet; on arriverait finalement à mettre en opposition différentes possibilités. On trouvera dans l'exposé détaillé des recherches de M. Brefeld, auquel je renvoie, des raisons de probabilités qui tendent à donner une réponse négative à la question, et qui plaident en faveur d'une évoluti n progressive de la série des Basidiomycètes et des Ascomycètes, issue du développement commum de formes initiales pourvues seulement de conidies. Cette question devait se poser de nouveau dans la pensée de l'interpolation de la classe des Champignons dans le système général du Règne végétal. Pour ne donner ici qu'une courte indication, nous pouvons distinguer les Champignons comme une série principale presque continue, mais cependant quelquefois ramifiée. Cette série commencerait par les Phycomycètes, c'est-à-dire les Saprolegniées, les Péronosporées (et les Zygomycètes comme branche latérale), se relierait par les Erysiphées aux Ascomycètes, et finirait d'un côté par les Ascomycètes et de l'autre par les Æcidiomycètes types. Dans cette série principale — celle des Ascomycètes — domine la marche régulière du développement ou l'alternance de gé-

nération (dans le sens de M. Sachs) (1) que l'on sait exister dans tout le Règne végétal à partir des Algues zygosporées. Ce rhythme d'évolution existe, quelle que soit la solution définitive qu'on apportera à la question controversée de la sexualité des Ascomycètes. La série Ascomycète se relie en effet par les Phycomycètes aux Algues oosporées et zygosporées, et lui assigne sa place dans la classification. A côté d'elle se placent d'autres groupes ou séries d'un rhythme évolutif nettement différent : Ustilaginées, Myxomycétes et quelques autres; ensuite les Basidiomycètes, les Trémellinées, les Bacillariées, et peut-être quelques autres formes secondaires. Ces groupes offrent tant de points de ressemblance avec la série Ascomycète, que l'idée d'une parenté réelle devient inéluctable. En raison du rhythme évolutif différent, il est difficile de déterminer pour le moment à quel point du système ils se rattachent. Pour l'un de ces groupes, les Trémellinées, les liens, à ce que je crois, sont devenus manifestes, grâce aux comparaisons qu'on peut établir avec les *Chrysomyxa*. C'est ainsi qu'il a été possible, non-seulement de confirmer une parenté longtemps soupçonnée, mais encore de se former une idée nette de la marche et de la forme de la déviation de la série principale. Il nous reste à examiner maintenant si, pour les Basidiomycètes qui s'imposent les premiers à notre attention, nous pouvons trouver une place analogue dans la classification systématique.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 10.

(Les chiffres entre parenthèses indiquent le grossissement.)

Fig. 1-6. *Chrysomyxa Rhododendri.*

Fig. 1. (225.) Coupe mince à travers un foyer de petites téleutospores mûres, à la face inférieure d'une feuille de *Rhod. hirsutum.*

Fig. 2. (140.) Le même foyer au commencement de la germination.

(1) Compar. Sachs, *Lehrbuch*, 4. Aufl., § 29.

Fig. 3. (225.) Une file de téleutospores, la formation des sporidies étant terminée, librement préparée.

Fig. 4. (600.) Chapelet de spores d'un *Æcidium*, librement préparé et dessiné après l'action de l'alcool et de la glycérine, qui contractent le protoplasma et lui font abandonner la paroi cellulaire. *b*, baside portée par un fragment d'hyphe détaché du stroma.

Fig. 5. (600.) Partie d'une péridie vue par la face interne. En *a*, le bord acroscopique de la préparation; la cellule sous *a* est presque entièrement détachée de ses voisines; celle qui la touche à gauche n'est détachée que dans sa partie acroscopique.

Fig. 6. (600). Coupe longitudinale mince à travers la partie inférieure d'une péridie; les cellules inférieures ne sont encore ni développées, n aplaties; les supérieures, aplaties, sont complètement développées. La face externe de la péridie regarde à droite.

Fig. 7, 8. (600.) *Æcidium* du *Chrysomyxa Ledi*.

Fig. 7. Vue de face d'une portion de péridie. Dans trois cellules on a reproduit l'aspect de la coupe transversale des parois latérales; dans deux autres, également la réticulation de la paroi interne.

Fig. 8. Coupe longitudinale mince à travers la partie inférieure de la péridie. *b*, la cellule quatrième à partir de la plus jeune, incomplètement développée; *b* et *d* sont dessinées en coupe longitudinale; en *c*, une paroi latérale vue de face. Les lettres sont placées devant le côté externe de la péridie.

Fig. 9 et 10. *Puccinia Berberidis* (Montagne, *Sylloge* 1 p. 314). — Sur les feuilles du « *Berberis glauca* » dans les bois des montagnes de l'île Juan-Fernandez. Les exemplaires examinés par Montagne se trouvent dans l'herbier de Kunze, actuellement propriété de l'université de Leipzig. Ils datent de l'année 1835. Sur les feuilles dures, ovales ou ovales-lancéolées, se trouvent, irrégulièrement réparties, des taches d'environ 2 millimètres de diamètre, jaunâtres sur la feuille desséchée. Chaque tache est visible sur les deux côtés de la feuille. Elle est toujours formée, à la face *inférieure*, de 1 à 10 fruits écidiens de forme et de structure habituelles, différents de ceux du *Puccinia Graminis* européen, par les dimensions et la structure des spores et des cellules de la péridie. Dans maintes taches, ils se trouvent seuls; dans la plupart cependant ils sont réunis avec des amas de téleutospores représentant des coussinets ronds couleur brun sale, dont les plus grands atteignent environ un demi-millimètre de diamètre. Ces amas se trouvent seuls, soit serrés contre des écidies, soit généralement disposés en cercle de plusieurs de ces dernières. je ne les ai pas rencontrés seuls ou sans être accompagnés d'écidies, sur les exemplaires examinés. Les paires de téleutospores possèdent les propriétés génériques communes des Puccinies; elles sont cylindro-coniques, prises séparément, un peu irrégulières, peu ou point enserrées à la paroi transversale et pourvues d'une membrane relativemeut mince, colorée en jaune brun pâle. Elles sont portées par des manches qui sont aussi longs ou plus longs et généralement au moins moitié aussi larges que les paires de spores; Ces manches sont cylindriques ou comprimés en ruban et pourvus d'une membrane très épaisse, gélatineuse et tendre. Dans les coussinets, on trouve entremêlées des téleutospores ayant atteint différents degrés de développe-

ment; souvent on en trouve de jeunes et d'apparemment mûres à côté d'autres qui commencent à germer (fig. 10 *b*), ou bien qui, vidées, sont encore pourvues des restes d'un tube germinatif. Dans quelques amas plus grands, visiblement plus âgés, toutes les téleutospores étaient dans ce dernier état, et la surface du petit tas était couverte d'une masse granuleuse incolore formée évidemment des restes désorganisés des produits de la germination. De sporidies il n'y avait plus de trace. Néanmoins ces observations suffiront pour mettre hors de doute le caractère de Leptopuccinie du Champignon.

Les téleutospores prennent leur origine en files serrées d'un stroma en forme de coussinet qui déborde sur l'épiderme déchiré et qui est composé d'un feutrage d'hyphes serrés qui emprisonnent quelques cellules du parenchyme foliaire. Les hyphes se continuent dans le mycélium qui envahit le tissu de la tache foliaire attaquée. Les écidies sont implantées dans le même mycélium et, dans certains cas (fig. 9), même au bord du stroma. Tous ces faits, ainsi que le degré de maturation à peu près égal des écidies et des téleutospores y appartenant, rendent au moins plus probable l'origine commune des deux organes du même mycélium, que celle du développement réciproque des deux organes l'un de l'autre.

Il n'y avait pas trace d'*Uredo*. Par contre il se trouvait toujours au-dessus des écidies, à la face *supérieure* de la feuille, quelques spermogonies implantées dans la substance foliaire, faisant quelque peu saillie en avant, de forme largement ovale et de couleur jaune brune. Elles possèdent apparemment la structure ordinaire, sans avoir cependant des paraphyses ostiolaires pointues.

Fig. 9. (90.) Coupe transversale à travers une tache foliaire. A la face inférieure, des foyers de téleutospores *t* et un *Æcidium d*; à la face supérieure, une spermogonie, *s*.

Fig. 10. (390.) Téleutospores détachées : *d*, avant la germination; *b*, au commencement de la germination; *c*, ayant germé en partie et vidée.

SUR

LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

DES GRAMINÉES MEXICAINES

Par M. Eug. FOURNIER (1).

Apprécier les relations géographiques de la végétation d'une contrée aussi étendue et aussi variée que le Mexique est une entreprise si considérable, qu'il est nécessaire, par esprit de méthode et pour diviser le travail, de fragmenter l'étude de ces relations. On pourrait le faire en examinant l'une après l'autre les régions d'altitude et de climat si différents qui constituent l'ensemble de ce pays; et même on devra un jour en agir ainsi, mais seulement quand sa végétation sera mieux connue dans les détails. Actuellement, dans l'état où sont nos connaissances, il vaut mieux procéder par l'examen successif des relations géographiques présentées par les grandes familles. J'ai déjà fait ce travail pour la famille des Fougères (2). Je viens aujourd'hui communiquer à l'Académie les résultats d'un travail de même nature, exécuté pour la famille des Graminées, sous la haute direction de M. Decaisne.

Ce travail repose sur une étude aussi complète que j'ai pu la faire des Graminées mexicaines, d'après les livres et d'après les herbiers.

Les collections de Graminées mexicaines que j'ai été assez heureux pour examiner proviennent de vingt-quatre sources différentes. Les voyageurs qui les ont recueillies sont, par ordre de date : Humboldt et Bonpland, Schiede et Deppe, Berlandier, Linden, Galeotti, Hartweg, Karwinsky, Liebmann, Virlet

(1) Ce mémoire a été lu devant l'Académie des sciences dans la séance du 10 juin 1878 (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1441).

(2) Voyez les *Comptes rendus*, séance du 3 mai 1869, et le *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XVI, 1869, session de Pontarlier, p. XXXVI.

d'Aoust, Heller, F. Müller, Bourgeau, Hahn, Gouin, Thiébaut, Weber, Thomas, Émy, Botteri et Sumichrast, Schaffner, Bilimek, Parry et Palmer, ces derniers en 1878.

L'herbier du Muséum de Paris m'a offert les collections de Humboldt et Bonpland, Berlandier, Linden, Galeotti, Hartweg, Botteri, et des collecteurs qui faisaient partie de l'expédition du Mexique : MM. Bourgeau et Hahn comme botanistes de l'expédition scientifique ; M. le Dr Gouin comme médecin en chef de l'hôpital militaire français à la Vera-Cruz ; M. le Dr Weber et M. Thomas, pharmacien, qui suivaient les colonnes de marche.

Les plantes du voyage de Humboldt et Bonpland, bien qu'elles soient, comme on sait, en assez mauvais état, ont fourni une base exacte et précieuse à mes déterminations. Malheureusement, quoique ces plantes se trouvent au Muséum non-seulement dans l'herbier général, mais encore, pour la plupart, dans l'herbier de Kunth, il en manque quelques-unes qui, sans doute, existent à Berlin dans celui de Willdenow.

La collection de Galeotti est plus défectueuse. Cela est d'autant plus regrettable, qu'elle a servi de fondement à un mémoire inséré en 1843 dans le *Bulletin de l'Académie royale de Bruxelles* (tome IX, n° 8) par Galeotti. Ce mémoire contient la mention de vingt-deux Graminées déterminées par Ruprecht comme nouvelles, que Galeotti laissait à cet auteur le soin de publier avec leurs diagnoses. Le savant conservateur du Musée de Saint-Pétersbourg ne l'a jamais fait ; de sorte que la plupart de ces espèces sont restées inconnues et ne sont citées que pour mémoire à la suite des genres, dans le *Synopsis Graminearum* de Steudel. Il m'a été donné de les publier presque toutes dans cette monographie, et j'aurais pu le faire entièrement, si les collections de Galeotti n'étaient incomplètes dans tous les herbiers qui les possèdent. On sait que la distribution de ces collections a été faite à l'origine avec quelque négligence. Galeotti lui-même n'avait communiqué à Ruprecht, le véritable auteur du mémoire que je viens de citer, qu'une partie seulement de ses Graminées, de sorte que j'en ai encore trouvé de côté et d'autre un nombre assez important (parmi lesquelles plusieurs

nouveautés) qui ne figuraient pas dans ce mémoire. Plus tard un véritable désastre est survenu à la collection du même naturaliste, déposée au Jardin botanique de Bruxelles. A une époque déjà éloignée de nous et antérieure à la fondation de la Société royale de botanique de Belgique, des réparations importantes ayant eu lieu dans les bâtiments qui renfermaient la collection, les ouvriers se servaient parfois, pour leur usage, des chemises qui renfermaient les plantes, et jetaient celles-ci sur le plancher. Le fait est notoire à Bruxelles, où plusieurs botanistes me l'ont raconté. Je n'ai donc pas été étonné, après avoir obtenu de la bienveillance de M. Crépin, directeur du Jardin botanique de l'État à Bruxelles, le prêt des Graminées de Galeotti renfermées aujourd'hui dans l'herbier de ce jardin, d'y constater encore l'absence de quelques-unes des espèces de Ruprecht. Malgré cela, la communication qui m'a été faite m'a été des plus utiles pour mon travail, et je ne saurais trop en remercier l'administration libérale du Jardin de Bruxelles.

Les plantes de Botteri, que j'ai citées parmi celles du Muséum et qui sont si répandues dans tous les herbiers, se sont offertes encore à mon examen dans l'herbier de M. le cmote de Franqueville, dans celui de M. Cosson et dans celui de M. Van Heurck. Elles forment, dans ce dernier herbier, une série spéciale pourvue de numéros beaucoup plus élevés.

Je n'ai rien à ajouter ici de particulier concernant les collections de MM. Bourgeau et Hahn, et je renvoie à cet égard à mon mémoire sur la distribution géographique des Fougères mexicaines (1). Mais je dois une mention toute spéciale à un collecteur aussi instruit que zélé, M. le Dr Gouin. Pendant presque toute la durée de l'occupation française, ce médecin distingué est demeuré à la Vera-Cruz, bravant les dangers d'une région où règne la fièvre jaune, et où les naturalistes se sont, pour la plupart, bien gardés de séjourner ; et non-seu lement cette résidence prolongée lui a permis de recueillir autour de la Vera-Cruz un grand nombre de Graminées dont

(1) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1869, session de Pontarlier.

beaucoup sont nouvelles, mais encore il a annexé à chaque numéro de son *exsiccata* une description manuscrite faite par lui sur le vif et suivant les règles de la terminologie. J'ai eu le plaisir de trouver parmi les belles récoltes de M. le Dr Gouin un genre nouveau qui portera son nom; c'est faiblement reconnaître ce qu'il a fait pour l'étude des Graminées de la région orientale du Mexique.

Les collections du Muséum renferment encore des Graminées qui proviennent des herborisations faites surtout aux environs d'Acapulco par M. Thiébaut, lieutenant de vaisseau, et il faudrait joindre aux récoltes des explorateurs de la commission scientifique celles qu'a rapportées M. le capitaine Émy, du 3e bataillon de chasseurs algériens. Ces récoltes, qui m'ont été offertes par l'intermédiaire de M. le Dr Reboud, provenaient de la Vera-Cruz, d'Orizaba, de Mazatlan et d'Acapulco, ainsi que le mentionne une note manuscrite jointe à l'envoi de M. Reboud. Malheureusement les espèces de cette petite collection n'étaient pas accompagnées chacune d'une étiquette spéciale. Comme Orizaba est le point où les colonnes de l'expédition ont séjourné le plus longtemps, ces espèces sont désignées dans la monographie sous cette rubrique : *Orizaba* (Émy).

Après le secours que m'ont offert les collections du Muséum et la communication de celles de Galeotti due à la direction libérale du Jardin de Bruxelles, je dois citer en première ligne celui des Graminées mexicaines de l'herbier de Saint-Pétersbourg, autorisé par M. Regel. J'y ai trouvé les plantes de F. Müller, le malheureux instituteur alsacien qui, selon toute probabilité, a péri de mort violente au Mexique (1) (plantes que mon herbier doit à la libéralité de M. Schlumberger, de Mulhouse, dont la botanique française déplore la perte récente) ; j'y ai trouvé aussi celles de Berlandier, déjà représentées au Muséum et dans la galerie de M. de Franqueville. Mais ce que j'y ai rencontré de principal, c'est l'importante collec-

(1) Voy. *Bulletin de la Société botanique de France*, 1869, session de Pontarlier, p. XXXIX, et t. XXIV, *Revue bibliographique*, p. 48.

tion de Graminées de Karwinsky. Bien que récoltée en 1841 et 1842, cette collection n'avait jamais été l'objet d'un travail d'ensemble et renfermait encore des nouveautés. Je dois faire d'ailleurs, à son égard, une remarque curieuse : c'est que quelques-unes des espèces de Karwinsky ont été signalées çà et là par les descripteurs, par exemple le *Pennisetum Karwinskyi* par Schrader (*Linnæa*, t. XII, p. 431), l'*Aristida Karwinskyana* par Trinius et Ruprecht (*Stip.*, 121), et que ce sont précisément ces plantes qui manquaient dans l'envoi de Saint-Pétersbourg. A un autre point de vue, cet envoi, dont je remercie vivement ici la bienveillance de M. Regel, a offert un vif intérêt : c'est qu'il renfermait les déterminations manuscrites de Trinius et de Ruprecht, et parfois des espèces inédites signées de l'un ou de l'autre de ces deux célèbres agrostographes, espèces auxquelles je me suis fait un devoir de conserver le nom imposé par leurs auteurs.

Parallèlement à l'envoi de Saint-Pétersbourg se place ici, par son importance, celui du Musée de Copenhague, que je dois à M. Lange, et qui renfermait la collection des Graminées mexicaines de Liebmann, riche de près de 600 numéros, laquelle n'a encore été l'objet d'aucun travail d'ensemble. Elle me suggère une observation analogue à celle que je viens de faire pour la collection Karwinsky. Il résulte d'une note que m'a adressée M. le général Munro, comme d'une note publiée par M. P. Ascherson dans le *Botanische Zeitung*, que les Graminées mexicaines de Liebmann ont déjà été communiquées partiellement à quelques monographes, mais avec des numéros différents de ceux que porte la collection qui m'a été envoyée. C'est un détail dont il importera de tenir compte dans les déterminations que l'on pourra être tenté de faire d'après la monographie que j'ai rédigée.

L'herbier de M. le comte de Franqueville m'a été, dans le cours de ce travail, d'un secours précieux, non-seulement par les collections mexicaines qu'il renferme, mais parce qu'il contient, comme on sait, l'herbier même de Steudel, l'auteur du *Synopsis Graminearum*. Steudel a décrit comme nouvelles un

certain nombre de Graminées mexicaines, et presque jamais il n'indique où il a vu ces espèces, ni quel collecteur les a recueillies. Son herbier paraissait donc des plus utiles à consulter. J'aurais vivement regretté de ne pouvoir le faire, et malheureusement, après l'avoir fait, je n'ai pas été plus avancé sur un grand nombre de points; j'ai surtout regretté l'absence d'un genre de cet auteur, le *Disakisperma*, qui reste une énigme. Il eût été d'autant plus utile d'examiner ce type *de visu* que l'autorité de Steudel est loin d'être une garantie suffisante. On ne peut évidemment accorder une confiance absolue à un monographe qui décrit sous le nom de *Schellingia* nov. gen. (*Syn. Gram.*, p. 214), et parmi les Chloridées, l'*Ægopogon geminiflorus* HBK., placé encore par lui à soixante-dix pages de distance (p. 146) dans le même livre et parmi les Agrostidées (1).

L'herbier de M. le comte de Franqueville renferme d'ailleurs, en fait de Graminées américaines, une série de documents très importants : l'*Herbarium guyanensi-antillanum* de L.-C. Richard, où chaque Graminée est accompagnée d'une description originale et un croquis analytique; puis les plantes recueillies au Mexique par M. Carl Heller, professeur au Theresianum de Vienne, lesquelles ont été, dans le tome XXX du *Linnæa*, de la part de M. J. Peyritsch, l'objet d'un mémoire descriptif spécial fort bien fait; enfin celles de M. Botteri et une collection spéciale de M. W. Schaffner.

Les plantes de M. Schaffner se trouvent dans plusieurs herbiers. La collection de M. de Franqueville, qui paraît la plus ancienne de celles qu'a publiées le naturaliste allemand, est accompagnée de grandes étiquettes manuscrites qu'entoure une vignette rouge : c'est la même que possédait l'herbier de

(1) Plus j'ai usé du *Synopsis Graminearum* de Steudel, plus j'ai constaté l'insuffisance de cette volumineuse compilation. Je ne saurais rien écrire d'ailleurs de plus sévère, pour caractériser cet ouvrage, que ce qu'a écrit un botaniste allemand, M. Hochstetter, qui (*Flora*, 1857, pp. 321 et suiv.), après avoir signalé les défauts capitaux de cette monographie, les nombreuses erreurs de la synonymie, le défaut de principes dans l'établissement des genres et des espèces, l'incorrection des descriptions, etc., va jusqu'à déclarer qu'il la tient pour « *ein ganz unbrauchbares Werk.* »

M. Fée, acquis récemment par le gouvernement brésilien. Une autre collection de M. Schaffner a été mise en vente par M. Hohenacker, avec des étiquettes imprimées, signées de M. le professeur Grisebach (1), et ses numéros ne correspondent pas à ceux de l'exsiccata précédent. Enfin, M. Cosson a acquis récemment, par l'intermédiaire de M. Keck d'Aistersheim, une troisième collection de M. Schaffner qui diffère encore des deux précédentes.

M. Cosson possède encore du Mexique, outre les exsiccata cités plus haut, celui d'Ervendberg, celui de Bilimek et celui de MM. Parry et Palmer. L'herbier de Bilimek a été acheté par M. Cosson après la mort de ce botaniste, qui avait suivi l'empereur Maximilien au Mexique, où il avait la direction des jardins de l'empereur. Cet herbier, nombreux et important parce qu'il renferme des plantes de Queretaro, ne contient d'ailleurs que peu de Graminées. L'exsiccata de Parry et Palmer (1878), qui se trouve chez M. Cosson, n'y est malheureusement pas complet, comme le prouvent les lacunes qu'on y constate dans la série des numéros établie par familles au moment de la distribution. J'y ai trouvé trente-cinq Graminées, parmi lesquelles deux espèces nouvelles. Les étiquettes de cette collection étaient dépourvues d'indications spéciales de localités. Je dois à l'obligeance de M. Malinvaud d'avoir pu examiner une vingtaine de Graminées de Jurgensen, dont il avait fait l'acquisition à la vente de M. Bourgeau. Je dois encore des remerciements à M. Buchinger, qui a bien voulu me transmettre les plantes recueillies à Orizaba par MM. Weber et Thomas, ainsi qu'à M. Van Heurck, qui m'a soumis les Graminées mexicaines de son riche herbier, et à M. Barrandon, conservateur des collections botaniques au Jardin des plantes de Montpellier, qui m'a communiqué des fragments d'échantil-

(1) Les déterminations faites par M. Grisebach sur cette collection, sans doute à la hâte et sans les moyens de comparaison nécessaires, sont assez souvent erronées. Je citerai ici comme exemple, à l'appui de cette assertion, le *Molinia retusa* Griseb., n. sp. (Schaffn. *pl. ed. Hohen.* nº 147), qui n'est autre que le ***Leptochloa dubia*** Nees (***Agr. bras.***, 433).

lons types décrits pour la première fois par A. P. de Candolle dans le *Catalogus horti Monspeliensis*, plantes qui provenaient de Sessé ou de Née, et avaient été envoyées à Montpellier par Lagasca.

Je ne puis me dispenser de mentionner ici que mon herbier personnel m'a fourni la collection complète de M. Virlet d'Aoust, aussi fertile en espèces nouvelles dans cette famille qu'elle l'avait été pour divers monographes dans les dernières familles du *Prodromus*, en même temps que les exsiccata de Schiede, de F. Müller, de MM. Botteri et Schaffner (ce dernier enrichi par un don important des doubles de M. Cosson, auquel je dois également des doubles de la collection Bilimek), etc. Dans mon herbier se trouve encore intercalée une petite collection mexicaine sans origine précise, mais attribuée à un M. Bernier. Cette collection se trouvait dans la pharmacie Uzac, quand M. J. Buffet, membre de la Société botanique de France, fit l'acquisition de cette pharmacie, et il a bien voulu m'en faire don; j'en ai indiqué les échantillons sous la rubrique : *Herb. Uzac.* La plupart des échantillons de cette petite collection proviennent de Tampico.

Dans l'énumération qui précède, j'aurais pu citer nominativement M. Sumichrast; si je ne l'ai pas fait, c'est parce que ces récoltes ont été comprises par M. Botteri avec les siennes propres et distribuées sous les mêmes numéros.

Il ne m'a malheureusement pas été donné d'examiner les Graminées qui peuvent se trouver dans les récoltes d'Andrieux, Bolewlawsky, Coulter, Ehrenberg et Née, non plus que celles d'Hænke et d'Aschenborn, qui sont conservées, les premières au musée de Prague, les secondes à l'herbier de Berlin, et qui ont été l'objet des travaux descriptifs de Presl et de Nees d'Esenbeck (1).

(1) Je regarde comme un devoir de signaler moi-même, dans mon travail, une lacune plus regrettable encore. Il a été publié, dans le *Journal de la Société d'histoire naturelle* de Mexico, la *Naturaleza*, livraison de novembre 1870 et suivantes, un mémoire sur les Graminées, où l'auteur a décrit un certain nombre de genres et d'espèces, avec une terminologie ancienne, et d'ailleurs complètement en désaccord avec la manière ordinaire de décrire ces plantes; de

Les Graminées ainsi rassemblées se sont élevées au nombre de six cent quarante-trois.

La classification de ces plantes m'a donné l'occasion de contrôler plusieurs divergences de détail qui séparent les agrostographes, et de constater le vague des diagnoses employées depuis Kunth pour caractériser certaines tribus de la famille. Il en est résulté, pour moi, la nécessité de modifier, dans plusieurs cas, les caractères, l'étendue ou la situation respective de ces tribus ou de quelques-uns de leurs genres, et, par conséquent, d'émettre dans mon travail descriptif des opinions personnelles qu'il convient de justifier ici.

La classification établie par Kunth, dans l'*Enumeratio*, a fait loi, malgré ses imperfections, pour un grand nombre d'auteurs. Ce n'est pas que l'on ait manqué de reproches sérieux à lui adresser. Kunth a eu le tort considérable de ne pas tenir compte de certains travaux de ses contemporains, contemporains qui s'appelaient Robert Brown, J. Gay et B.-C. du Mortier. On a pu constater que sa tribu des Oryzées renferme un assemblage forcé de types fort différents ; que le *Zea* et le *Coix* sont mal placés dans les Phalaridées; que la diagnose des Arundinacées ne diffère de celle des Avénacées que par les poils qui accompagnent les fleurs chez les premières, bien qu'il les ait séparées par les Pappophorées et les Chloridées ; que les Panicées sont à tort éloignées des Andropogonées, auxquelles elles se relient étroitement par la structure de leur épillet ; que ses Rottbœlliacées comprennent un certain nombre de Triticées. Ces reproches et bien d'autres, qui portent sur des points de détail, ont amené divers botanistes à chercher, dans les auteurs antérieurs à Kunth ou dans des observations plus récentes, d'autres moyens de classement et surtout de subordination des tribus.

sorte que, n'ayant pas les types de cet auteur sous les yeux, il m'a été généralement impossible de tirer parti de son travail. Je ne sais ce que sont les genres *Echinanthus* (*Anthephora?*) et *Trichodiclidia* établis par lui. Son *Agrostomia* est fondé sur une monstruosité de *Panicum*, et son genre *Erucaria* (*a similitudine specierum cum Erucis !*) doit renfermer plusieurs Chloridées. Son *Erucaria glabra*, du moins, est certainement, d'après la description, l'*Atheropogon curtipendulus* (*Dinebra curtipendula D. C.*).

Je ne dirai qu'un mot de l'opinion des botanistes qui ont cru pouvoir employer, dans la classification des Graminées, le caractère de la séparation des sexes. Cette séparation se produit dans un grand nombre de groupes côte à côte avec la polygamie ou l'hermaphroditisme. La tribu des Olyrées de Kunth, fondée sur ce caractère dans son *Synopsis*, a dû, plus tard, être supprimée par cet auteur lui-même, qui avait reconnu l'affinité des *Olyra* avec les *Panicum*. Le Maïs, placé encore par Émile Desvaux dans les *Genera incertæ sedis*, se classe naturellement parmi les Rottbœlliacées. Feu M. J. Gay constatait, dès 1822, cette analogie (1) reconnue plus tard encore par Ruprecht (2). Le *Coix*, plante monoïque ordinairement rapprochée du Maïs, doit probablement aussi être rattaché aux Rottbœlliacées, dans le voisinage des *Tripsacum*. Il existe dans l'herbier du Muséum un échantillon de *Tripsacum* provenant du jardin de Trianon, avec la date de 1754, dont l'étiquette porte, écrits d'une main vénérable sans doute, ces trois mots : « *Coici proximum genus.* » Le genre *Krombholzia* de Ruprecht, à fleurs monoïques, a tout le port et les autres caractères d'un *Eragrostis*, et il est très voisin des *Zeugites*, auxquels M. le général Munro le réunit (3). L'*Opizia* et le *Buchloe* sont des Chloridées dioïques, accidentellement monoïques. Les *Brizopyrum*, qui sont certainement des Poacées, sont très probablement tous dioïques, et il existe même, dans le port de leurs espèces, des différences suivant le sexe. On ne saurait donc tirer, pour la classification générale des Graminées, aucun signe de la séparation des sexes (4).

Quelques auteurs ont cru pouvoir baser cette classification sur la nature de l'épillet, qui porte les fleurs les plus parfaites, tantôt vers le sommet, comme dans les Panicées (*Locustifloræ*), tantôt à sa base, comme dans les Poacées (*Spiculifloræ*) (5).

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, 1822, p. 40-42.
(2) *Tentamen Agrostographiæ universalis*, p. 34.
(3) Communication manuscrite.
(4) Voy. *Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique*, XV, 475.
(5) Voy. J. Agardh, *Theoria systematis plantarum*, p. 20.

Payer proposait cette classification dans ses cours, et il y tenait beaucoup. Mais, si l'on adopte ce principe pour partager les Graminées, que fera-t-on des types uniflores, comme les *Olyra* et les *Agrostis?* Sans doute, les premiers se rattachent aux Panicées par la structure cartilagineuse de leurs glumelles, et les seconds aux Deyeuxiacées, parce que leur épillet présente parfois le rudiment d'une seconde fleur, dans des espèces pour lesquelles on a établi le genre *Apera*. Mais où placera-t-on des genres uniflores tels que les *Oryza* et *Leersia*, d'une structure si spéciale dans la famille? En tout cas, la distinction primordiale sur laquelle insistait Payer condamnerait trop souvent le botaniste à l'incertitude, à cause des nombreux genres qu'elle laisse en dehors.

M. Elias Fries, dans le *Summa Vegetabilium Scandinaviæ*, p. 74 et 83, a proposé de diviser les Graminées en deux grandes séries : les *Euryanthæ*, dont la fleur s'étale, et les *Clisanthæ*, dont la fleur ne s'étale pas pendant l'anthèse. Le grand inconvénient de ce système, comme l'a fait remarquer M. Du Mortier, est d'être fondé sur un caractère momentané et fugace; en outre, de rompre les rapports naturels de beaucoup de genres. M. de Moor a fait d'ailleurs observer que ce caractère est sujet à varier, suivant les phases du développement de la fleur.

Dans la *Flore de France*, dès 1844, M. Godron a introduit un nouveau caractère, cherché dans le sillon de la graine et dans la compression de celle-ci. Ce caractère, évidemment très utile, devra être pris en grande considération dans la définition des groupes et surtout des genres (comme aussi la macule hilaire); mais un sectionnement fondé sur ce caractère séparerait le genre *Imperata* des Andropogonées, les *Trisetum* des *Deschampsia* et des *Avena*, peut-être même les *Brachypodium* des *Festuca*, etc. D'après le savant M. Godron lui-même (*Fl. de Fr.*, III, 488), ce caractère diffère dans les espèces du genre *Sporobolus*, qu'il diviserait en deux.

Force est donc de chercher dans les faits d'autres moyens de tracer une division primordiale de la famille. Ce moyen, je crois l'avoir trouvé dans la considération de la symétrie de

l'épillet, observée relativement à l'axe. Tantôt la glume inférieure, celle qui est placée à la base de l'épillet, est extérieure par rapport à l'axe principal de l'épi, comme on le voit clairement, par exemple, chez les *Digitaria*, et comme cela est le plus fréquent chez les Graminées; tantôt elle est au contraire intérieure par rapport à l'axe principal de l'épi, c'est-à-dire adossée à lui, comme chez les Chloridées et chez les *Lolium*, qui appartiennent aux Hordéées. Les *Lolium* n'ont souvent que la glume extérieure et supérieure, comme l'ont reconnu A. Braun, Kunth et M. E. Cosson. Dans le genre voisin *Castellia*, la glume intérieure, adossée à l'axe de l'épi, existe presque toujours; elle est plus petite, comme chez les Chloridées (1). Les *Lolium* et les *Castellia* sont, pour tous les agrostographes, des Hordéées. Dans le *Triticum* et les genres voisins, que l'on pourrait réunir sous le nom de *Cerealia*, les glumes paraissent toutes deux alternes avec l'axe, séparées de lui chacune par un intervalle de 90 degrés. Reste à savoir s'il n'y a pas là un phénomène de déplacement. Sur les échantillons jeunes, on reconnaît que les glumes ne sont pas insérées toutes deux à la même hauteur, et que la plus inférieure répond au côté interne de l'épillet; l'ensemble paraît reproduire la disposition de l'épi d'un *Chloris*.

Ces faits engagent à rapprocher dans une même division des Graminées, les Chloridées et les Hordéées; tandis que l'autre division de la famille comprend les tribus suivantes : Potamophilées, Oryzées, Panicées, Andropogonées, Rottbœlliées, Phalaridées, Stipées, Agrostidées, Deyeuxiées, Poées, Festucées, Bambusées et Pappophorées.

Le classement respectif de ces tribus n'offre que peu de difficultés. Les Pappophorées se distinguent par leur glumelle extérieure pluriaristée, caractère qui les rapproche de beaucoup de Chloridées. Les Bambusées se distinguent par leur port, la structure de leur fleur femelle, etc. Parmi les tribus restantes, celles qui formaient les *Gramina bromea* dans le premier

(1) Le genre *Oropetium* Trin., placé par Kunth dans les Rottbœlliacées à cause de l'excavation de l'axe, est probablement voisin des *Castellia*.

mémoire de Kunth sur les Graminées (*Mém. du Muséum*, t. II, p. 62), les Deyeuxiées, Poées, Festucées, ont pour caractère commun l'avortement des fleurs supérieures de l'épillet, et le caractère employé avec trop de généralité par J. Agardh trouve ici une application partielle et utile.

Dans le sectionnement du groupe formé par les dernières tribus que je viens de nommer, je n'ignore pas que j'ai différé de la plupart des auteurs en reconnaissant trois tribus sous les noms de : Deyeuxiées, Poées et Festucées. J'ai déjà exposé ailleurs (1) pourquoi je n'avais pas conservé de limite tranchée entre les Arundinacées et les Avénacées. D'une part, tous les *Trisetum* (Avénacées) que j'ai analysés ont un pédicelle terminal stérile au sommet de leur épillet, et tous les *Deyeuxia* (Arundinacées) que j'ai examinés ont les glumelles fendues comme celles des *Trisetum*. L'arête des *Trisetum*, dit M. Cosson dans les *Glumacées de l'Algérie*, est « recta v. geniculata, inferne sæpius tortilis ». Quant au nombre des fleurs, la nature montre que ce nombre ne saurait être invoqué comme caractère distinctif entre les deux genres. Le *Trisetum deyeuxioides* Kth (*Avena deyeuxioides* HBK.) a été désigné depuis longtemps par Nees d'Esenbeck sous le nom de *Deyeuxia triflora*, car tous ses caractères, sauf le nombre des fleurs, le rangent parmi les *Deyeuxia* de Clarion et de Palisot de Beauvois. Cette espèce a normalement $2\frac{1}{2}$ fleurs, si l'on désigne par $\frac{1}{2}$ le pédicelle stérile et velu qui termine l'épillet; on y observe, sur les mêmes pieds que les fleurs normales, une variété quadriflore portant $3\frac{1}{2}$. Si les différences sont si légères entre deux genres appartenant l'un à l'une, l'autre à l'autre des deux tribus voisines, la différence s'évanouit assurément entre les tribus elles-mêmes.

Si j'ai séparé en deux le groupe des Festucacées de Kunth, en raison de l'ovaire, libre chez les Poées, adhérent à la glumelle supérieure chez les Festucées, c'est parce que l'on est heureux de trouver, parmi les genres si nombreux de chacun de ces deux groupes, un caractère qui ait à la fois autant de

(1) *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXIV, Séances, p. 179.

valeur et de constance. Il est évident que l'adoption de ce caractère obligerait à réformer les limites et la diagnose du genre *Festuca* tel qu'il a été entendu par Steudel. J'ai laissé à la tribu des Poées (Poacées) (1), ainsi délimitées, le nom qui lui a été imposé par M. Du Mortier, sans ignorer cependant qu'il faudrait modifier légèrement la conception de ce dernier auteur, pour que son opinion fût tout à fait conforme à la mienne. Il a eu toutefois le mérite de distinguer les Poacées, bien qu'il ne fonde pas cette distinction sur la non-adhérence du caryopse, mais sur le caractère mutique de la glumelle extérieure. Mes Festucées comprennent non-seulement celles de M. Du Mortier, mais encore ses Bromacées et le genre *Brachypodium* qu'il plaçait parmi les Triticées. Le savant botaniste de Bruxelles invoquait, dans sa diagnose des Festucées et des Bromacées, le *palea exterior setigera*. Ce caractère manquant à quelques *Festuca*, comme à quelques *Bromus*, il me paraît préférable de distinguer la tribu des Festucées d'après l'adhérence de l'ovaire à la glumelle supérieure.

Il n'est pas nécessaire que je m'étende ici sur la circonscription des premières tribus, que je n'avais aucune raison de modifier. Celle des Potamophilées, que Kunth avait comprise dans des assemblages confus, en 1815, parmi ses *Gramina olyrea;* en 1833, parmi ses *Oryzeæ*, et qui a été indiquée par R. Brown, comprend, avec le genre *Luziola*, les genres *Potamophila*, *Hydropyrum*, *Zizania*, *Arrozia*, etc. Le genre *Pharus*, qui aurait pu lui être attribué, a été placé ici parmi les Panicées, à cause de la consistance de ses glumelles.

Les Panicées constituent une série très naturelle, à laquelle il serait pourtant difficile d'assigner un caractère précis, à cause de l'avortement de la fleur inférieure chez les Olyrées, et de la consistance herbacée des deux glumelles dans le genre *Hymenachne*. L'absence de l'arête est à peu près le seul caractère qui sépare ce genre de certaines Andropogo-

(1) On sait que, pour entrer dans la voie tracée avec une juste autorité par M. Alph. de Candolle, il convient de réserver la désinence *aceæ* pour les noms de familles.

nées, telles que les *Arundinella*, classés par certains auteurs parmi les Panicées. On sait que l'extrême analogie de ces deux tribus, fondée sur l'identité de la structure de leurs épillets, a été constatée par R. Brown (1), longtemps avant que Kunth publiât le premier volume de l'*Enumeratio*. L'analogie n'est pas moindre entre les Andropogonées et les Rottbœlliées. La séparation de ces deux tribus ne peut être fondée sur l'excavation du rachis de l'épi. La démarcation est si peu sensible entre elles, que cette excavation se fait déjà sentir dans beaucoup d'*Andropogon*. Aussi la différence, si tant est qu'on doive en reconnaître une, me paraît-elle ne pouvoir être fondée entre les Andropogonées et les Rottbœlliées qui se ressemblent le plus, comme entre les *Apogonia* et les *Hemarthria*, que sur la soudure qui s'établit chez les Rottbœlliées entre la fleur et le rachis, soudure qui n'atteint que la glume interne dans l'*Hemarthria*, et qui est portée à un si haut degré dans le genre *Jouvea*, et dans les fleurs femelles des *Tripsacum* et des *Euchlœna*.

Je ne m'étendrai pas ici sur la tribu des Phalaridées, peu importante au Mexique. Indépendamment des *Zea*, des *Coix*, etc., qui doivent en être retirés, les *Holcus* y ont une symétrie inverse de celle des *Hierochloa* et des *Phalaris*. Dans un tra-d'ensemble sur la famille des Graminées, c'est encore, de toutes les tribus de Kunth, celle des Phalaridées qui mériterait la révision la plus sévère.

Sur les 643 Graminées dont j'ai constaté la présence au Mexique; 371 sont spéciales à ce pays. Le total de 643 est d'autant plus intéressant à constater, que la collection des Graminées ne s'élevait qu'à 88 dans les récoltes mexicaines de Humboldt et de Bonpland, où elles dépassaient cependant en nombre celles qu'ont rapportées plus tard Schiede et Deppe,

(1) *Prodromus Fl. Novæ.-Hollandiæ*, 169. La terminologie employée par R. Brown, la concision et l'obscurité de son latin l'ont empêché quelquefois d'être compris. Il appelait « *gluma interior* » celle que tous les agrostographes nomment aujourd'hui « *gluma superior* » dans la description des Graminées, notamment des Panicées et des Andropogonées.

et celles aussi d'Aschenborn. Comme terme de comparaison, il est utile aussi de faire remarquer que le nombre total des Graminées constatées à Cuba, où ces plantes ont été recherchées par de nombreux collecteurs, est seulement de 154, d'après le *Catalogus plantarum cubensium* de M. Grisebach, et que, sur l'immense espace de l'empire brésilien, Nees d'Esenbeck, dans son *Agrostographia brasiliensis*, n'a relevé que 403 espèces de la même famille, en y comprenant un certain nombre de plantes de Montevideo.

Il y a lieu d'examiner la répartition de ces plantes, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Mexique.

Le premier fait qui s'offre à l'observation, c'est que, dans l'intérieur même du Mexique, il est un certain nombre de Graminées qui acceptent des conditions biologiques assez variées, c'est-à-dire qui croissent également sur les hauts plateaux, dans la vallée d'Orizaba et même dans les sables littoraux de la région chaude. Parmi ces dernières, je citerai : *Paspalum Schaffneri*, *Panicum Kunthii*, *Tricholæna insularis* (1), *Setaria geniculata*, *Cenchrus tribuloides*, *Eragrostis capillaris*, *E. Willdenowiana*, *Chloris elegans*, qui ont été recueillis dans la vallée de Mexico aussi bien qu'aux environs immédiats de la Vera-Cruz ; *Buchloe dactyloides*, *Chondrosium tenue*, constatés dans la même vallée et à Tampico, sur le golfe du Mexique ; *Ægopogon geminiflorus* et *Vilfa ramulosa*, qui croissent dans la région froide de Mexico, comme sur les flancs du volcan de Jorullo, dans la région chaude ; *Atheropogon repens*, rapporté de Mexico comme d'Acapulco (ces deux dernières localités sur le versant occidental). Enfin, de Toluca, qui est situé à une altitude supérieure à celle de Mexico, l'*Atheropogon aristidoides* descend aussi jusqu'à la Vera-Cruz.

Il convient de faire remarquer que ces faits de grande extension dans le sens de l'altitude sont cependant exceptionnels, puisque, sur 643 Graminées, j'en ai pu citer seulement 14 bien constatées pour s'élever ainsi de la région

(1) Celui-ci s'étend au sud jusque dans les plaines de la Patagonie.

maritime sur les hauts plateaux (1). L'étude des Graminées mexicaines confirme une conclusion que j'avais déjà tirée de celle des Fougères : c'est qu'il y a peu de différence au Mexique entre la végétation du versant pacifique et celle du versant atlantique. Nombreuses sont les Graminées de même espèce qui croissent dans les montagnes d'Oajaca comme dans celles d'Orizaba, et plusieurs plantes identiques se rencontrent à Acapulco aussi bien qu'à la Vera-Cruz.

Quand on passe de la distribution géographique des espèces à un point de vue plus étendu, celui de la distribution des genres, on remarque un ensemble de faits digne d'être mis en lumière : c'est qu'un certain nombre de ces genres sont cantonnés d'une manière très nette. Ainsi, toutes les espèces des genres *Anachyris*, *Ataxia*, *Hilaria*, *Stipa*, *Phleum*, *Crypsinna*, *Calamochloa*, *Trisetum*, *Achæta*, *Aira*, *Graphephorum*, *Chaboissæa*, *Dissanthelium*, *Festuca* et *Helleria*, qui se rencontrent au Mexique, y appartiennent à la région froide ou même à la région nivale. D'autres genres, *Deyeuxia* et *Agrostis*, qui, au Mexique, habitent de préférence les sommets, s'en écartent bien, il est vrai, pour croître dans la région tempérée, mais sans aborder jamais la région chaude (2). Au contraire, celle-ci est moins riche en genres spéciaux de Graminées, et la plupart de ceux qu'on y pourrait citer comme tels, ou au moins comme prédominants, ne s'y trouvent peut-être que parce qu'ils recherchent

(1) J'aurais pu augmenter le chiffre de 14 si j'avais admis dans mes comparaisons les plantes recueillies par M. Virlet d'Aoust à San-Luis de Potosi, localité qui appartient à la région froide. Mais je n'ai pas cru bon de le faire, parce que les plantes de ce naturaliste n'étaient pas munies chacune d'une étiquette spéciale, et qu'il pouvait s'être glissé dans ses récoltes, faites surtout dans la région froide, entre San-Luis de Potosi et Valle del Maïz, quelques plantes de la région chaude.

(2) La distribution géographique concorde ainsi, d'une manière remarquable, avec les caractères génériques. Ainsi, j'ai démembré le genre *Cinna* L. accepté par Kunth, et qui n'a d'ailleurs aucune raison d'être comme entité générique. Sur deux des résultats de ce démembrement, le genre *Crypsinna* est propre à la région froide, et le genre *Cinnastrum* à la région tempérée. Si les *Agrostis* ne descendent pas dans la région chaude, il en est autrement du *Vilfa* ou *Sporobolus*, qui n'en diffère que par un léger changement d'organisation.

l'influence maritime. Tels sont les genres *Agropyrum*, *Brizopyrum*, *Jouvea* et *Gouinia*. Les Bambusées elles-mêmes sont loin d'être retenues, au Mexique, dans les régions inférieures : un *Guadua* a été trouvé jusqu'à 3000 mètres sur le pic d'Orizaba, et le *Chusquea Mulleri*, sur la même montagne, entrelace ses rameaux à ceux des Chênes (1).

Pour faciliter la comparaison, au point de vue de leur répartition, entre les Graminées mexicaines dont les affinités géographiques sont distinctes, j'ai dressé un tableau qui indique, pour chaque genre, combien d'entre elles sont spéciales au Mexique, et combien se rencontrent, soit au Texas, soit aux États-Unis, soit aux Antilles, soit dans la région tropicale, soit aux Andes, soit au Brésil, soit dans la confédération Argentine, soit enfin dans l'ancien monde (2).

(1) Le genre *Chusquea* monte à 4000 mètres dans les Andes de Quito (Sodiro, *Apuntes sobre la vegetacion ecuadorana*, p. 40).

(2) Quelques observations accessoires sont nécessaires à donner sur la construction de ce tableau.

J'ai exclu l'île de la Trinité du groupe compris dans ces comparaisons sous la rubrique *Antilles*, pour la rattacher au groupe *Tropical*, qui comprend, avec elle, la côte ferme, c'est-à-dire l'Amérique centrale, le Vénézuéla, les Guyanes et la région inférieure de la Colombie et du Pérou. Je conviens, du reste, que pour ces deux derniers pays, qui ont fourni d'ailleurs peu de faits, l'assimilation est quelquefois incertaine ou un peu arbitraire, à cause de l'insuffisance des indications de localité fournies par les voyageurs, notamment par Dombey; heureusement, la plupart des citations empruntées à la végétation péruvienne proviennent du voyage de Pœppig, dont on connaît exactement l'itinéraire publié par lui-même, et de la région orientale dite *montaña*, qu'il n'est que juste de prendre parmi la végétation tropicale.

Enfin, je dois faire remarquer que la rubrique *Arg.*, désignant la république Argentine, menaçait d'être un peu vague et de comprendre à la fois les plantes alpines de la sierra de Aconquija, les plantes de la région montagneuse de Tucuman, celles de la région plus chaude de Cordoba, d'autres de la végétation subtropicale de la province de Corrientes, et les plantes maritimes de Buenos-Ayres et de Montevideo. J'ai obvié un peu à cet inconvénient en plaçant les plantes alpines dans la catégorie des *Andes*, et en ne mentionnant pas, dans le tableau, la localité maritime de Buenos-Ayres; mais, en revanche, j'ai inclus sous la désignation *Arg.* quelques Graminées du Paraguay et de l'Uruguay qui appartiennent à la région subtropicale de l'hémisphère austral. D'ailleurs ceux qui désireraient des indications géographiques plus précises les trouveront dans la monographie.

GENERA.	SPECIES CRESCENTES IN									
	MEXICO.	MEXICOSOLO.	TEXAS.	UNITED STATES.	ANTILLIS.	REGIONE TROPICALI	ANDIBUS.	BRASILIA.	REPUBLICA ARGENTINA.	UBIQUE.
Luziola...........	1					1		1		
Leersia...........	5	2	1	1	2	1		1		1
Anachyris.........	1	1								
Pharus............	1			1	1	1		1		
Olyra.............	2				1	2		1		
Litachne..........	1				1	1				
Strephium.........	1	1								
Tragus............	1		1		1			1		1
Paspalum..........	40	20		7	10	12	3	12	3	2
Leptocoryphium....	1				1	1		1	1	
Helopus...........	3	2		1		1		1	1	1
Dimorphostachys...	10	8	1			1		1		
Panicum...........	82	30	1	12	24	27	2	21	3	1
Ichnanthus........	1	1								
Isachne...........	2					1		1		
Tricholæna........	2		1		2	1		1	1	
Hymenachne.......	7	3		1		2		4		
Stenotaphrum.....	1				1			1	1	1
Oplismenus........	14	5	3	2	7	3		5	1	2
Berchtholdia......	5	2		1		1				
Setaria...........	24	12			6	6	1	9		
Gymnothrix.......	7	5					1	2	1	
Pennisetum........	3	2			1			1		
Cenchrus..........	9	3	1	1	3	4	1	2	2	1
Anthephora.......	1				1					
Eriochrysis........	1				1	1		1	1	
Eulalia..	1	1								
Syllepis...........	2		1		1	2				
Spodiopogon.......	2	2								
Arundinella........	7	2			2	2		2		
Ischæmum.........	1				1	1	1	1		
Andropogon.......	34	18	5	4	6	4	1	6	2	
Apogonia.........	2			1	1					
Trachypogon......	7	4				3		2		
Heteropogon.......	3	1				2		2		
Diectomis........	2	1			1	1		1		
Elionurus.........	2					2			1	
Hyparrhena.......	2	1				1				
Pogonopsis........	1	1								1
Hemarthria........	1							1		1
Manisuris.........	1		1	1	1	1		1		
Jouvea...........	1	1								
Tripsacum.........	4	2		2	1					
A reporter.....	299	131	16	34	77	86	10	84	18	12

GENERA.	SPECIES CRESCENTES IN MEXICO.	MEXICOSOLO.	TEXAS.	UNITED STATES.	ANTILLIS.	REGIONE TROPICALI.	ANDIBUS.	BRASILIA.	REPUBLICA ARGENTINA.	UBIQUE.
Report	299	131	16	34	77	86	10	84	18	12
Euchlæna	4	3				1				
Zea	1						1			
Phalaris	2			1						1
Ataxia	1	1								
Ægopogon	2					1	1			
Hilaria	1		1							
Hexarrhena	1	1								
Stipa	19	15	1				3		1	
Aristida	20	17	1			2		1		
Ortachne	3	2				1				
Muhlenbergia	37	30	1	2		2	2			
Bauchea	1	1								
Epicampes	13	13								
Phleum	1						1		1	1
Crypsinna	3	2					1			
Cinnastrum	2	2								
Polypogon	3	2					1	1		
Lycurus	2	2								
Perieilema	3	3								
Agrostis	17	11	1	4						2
Apera	1	1								
Vilfa	20	7	1	5	6	3	1	5	1	1
Calamochloa	1	1								
Gynerium	1				1	1		1		
Gouinia	1			1						1
Phragmites	1		1							
Arundo	1									
Deyeuxia	11	11								
Trisetum	8	8								
Achæta	2	2								
Peyritschia	1	1								
Uralepis	3	2	1	1						
Avena	2	1								1
Tristachya	1	1								
Graphephorum	1	1								
Chaboissæa	1	1								
Dissanthelium	1						1			
Chascolytrum	1	1								
Poa	6	3			1	1	2	1		1
Eragrostis	19	10		4	5	1	1			3
Megastachya	9	6	1		1	2		1		
Brizopyrum	4	2				1				
A reporter	531	295	25	52	91	102	25	94	21	23

GENERA.	SPECIES CRESCENTES IN									
	MEXICO.	MEXICOSOLO.	TEXAS.	UNITED STATES.	ANTILLIS.	REGIONE TROPICALI.	ANDIBUS.	BRASILIA.	REPUBLICA ARGENTINA.	UBIQUE.
REPORT.....	531	295	25	52	91	102	25	94	21	23
Zeugites..........	2	2								
Krombholzia........	2	2								
Disakisperma.......	1	1								
Uniola............	4	3		1		1				
Orthoclada.........	1					1		1		
Festuca............	9	8					1			
Brachypodium......	3	3								
Ceratochloa........	1		1	1				1		
Bromus............	3	2		1						
Helleria...........	1	1								
Bambusa..........	1				1	1		1		
Guadua............	5	3				2				
Arundinaria........	2	2								
Chusquea..........	6	6								
Merostachys........	1					1				
Pappophorum......	3	2			1			1		
Cathestecum........	1	1								
Lesourdia..........	2	2								
Opizia.............	1	1								
Buchloe...........	1		1	1						
Microchloa.........	1						1	1		1
Spartina...........	1	1								
Ctenium...........	1	1								
Chondrosium.......	11	9	1				1		1	
Atheropogon.......	11	6	1	2	1	3				
Triathera..........	1	1								
Triæna............	1	1								
Pentarhaphis.......	1	1								
Trichloris..........	2	1	1							
Cynodon..........	1				1	1		1		1
Chloris............	6	3	1		2			2	1	
Gymnopogon.......	2	2								
Dactyloctenium.....	1			1	1	1		1		
Eleusine..........	5	4			1	1		1	1	1
Leptochloa.........	6	4	1	1	2	2	1	1		
Glyceria..........	1									1
Diplachne.........	2	1		1						
Lolium............	2			1				1		2
Agropyrum.........	1	1								
Hordeum...........	2	1		1						
Elymus............	3		1	2						
TOTAUX.....	643	371	33	65	101	116	29	107	24	29

Le premier fait qui frappe, en parcourant le tableau précédent, c'est la grande quantité de types spéciaux, tant génériques que spécifiques, offerts par la famille des Graminées dans la flore mexicaine. Sur 643 espèces, 371 sont spéciales à cette flore, soit plus de la moitié (1), et sur 123 genres, 16 n'appartiennent qu'à elle, savoir : *Pogonopsis*, *Jouvea*, *Hexarrhena*, *Bauchea*, *Perieilema*, *Calamochloa*, *Achæta*, *Chaboissæa*, *Krombholzia*, *Disakisperma*, *Helleria*, *Lesourdia*, *Cathestecum*, *Opizia*, *Triæna* et *Pentarhaphis*, parmi lesquels se trouvent 11 monotypes. On pourrait étendre cette liste, sans cesser d'être rationnel, en y joignant l'*Hilaria*, qui se prolonge un peu dans le Texas ; l'*Euchlæna*, qui croît aussi au Guatemala. Parmi ces genres se trouvent les plus grandes raretés de la flore mexicaine ; chacun d'eux n'a guère été rapporté que par un seul collecteur, et je ne cite que sur la foi d'autrui les genres *Pogonopsis* de Presl, *Disakisperma* de Steudel, et *Pentarrhaphis* de Humboldt, sans en avoir vu d'échantillons.

Les 272 Graminées communes au Mexique et à d'autres régions se décomposent, comme on le voit, en catégories d'une importance très différente. Celles qui se retrouvent dans l'ancien monde, au nombre de 29, et par lesquelles je commencerai cet exposé, se décomposent elles-mêmes en quatre catégories. Les unes sont propres à la zone tropicale du globe, les autres à la zone méditerranéenne et même à la zone tempérée, d'autres à la zone alpine ou boréale; une quatrième catégorie embrasse celles qui se naturalisent aisément dans la plupart des ports de mer. A la première catégorie appartiennent : *Tragus occidentalis*, *Paspalum conjugatum*, *Helopus punctatus*, *Panicum paspaloides*, *Cenchrus echinatus*, *Manisuris granularis*, *Vilfa virginica*, *Poa ciliaris*, *Bambusa vulgaris* et *Micro-*

(1) Ce nombre est probablement un peu trop considérable, parce que j'ai dû y comprendre des espèces, douteuses pour moi, de Presl, de Steudel et de Nees d'Esenbeck, qui pourraient causer quelques doubles emplois, ou bien n'être pas spéciales à la flore mexicaine, ou même ne pas lui appartenir du tout, certaines des récoltes de Hænke n'ayant été attribuées à cette flore qu'avec incertitude. Ces espèces douteuses, admises néanmoins dans la monographie, y sont au nombre de 31.

chloa setacea. La deuxième catégorie (dans laquelle on pourrait encore distinguer des plantes de deux régions et des introductions dues à la culture) comprend : *Oplismenus colonus*, *O. Crus-galli*, *Hemarthria fasciculata*, *Phalaris minor*, *Agrostis verticillata*, *Arundo Donax*, *Avena fatua*, *Eragrostis megastachya*, *E. poœoides*, *E. pilosa*, *Cynodon Dactylon*, *Glyceria fluitans*, *Lolium temulentum* et *L. perenne*. Dans la troisième, je n'ai à citer que deux espèces, mais des plus intéressantes : le *Phleum alpinum* et l'*Agrostis borealis* Hartm. Parmi les plantes véritablement adventices sur beaucoup de points, je crois enfin qu'il faut ranger : *Paspalum vaginatum*, *Stenotaphrum americanum* et *Eleusine indica* (1).

En comparant les Graminées du Mexique à celles des autres régions américaines, j'ai été tout d'abord frappé d'un fait remarquable, c'est que sur ces 272 espèces, il n'en vient que trois en Californie : le *Panicum fimbriatum*, le *Tripsacum dactyloides* et le *Vilfa virginica*. Comme je trouvais au Muséum de bons matériaux de comparaison dans l'herbier Durand, riche en Graminées de Californie, je puis croire que je n'ai

(1) Il se trouve, dans un des ouvrages de Humboldt (*De distributione geographica plantarum*, p. 65), une énumération analogue, où il chiffre à 10 le nombre des Graminées communes à l'ancien et au nouveau monde, d'après les récoltes de son voyage. Bien que ce chiffre de 10 soit ici porté à 29, cependant il est plusieurs des identifications de Humboldt que je n'ai pu admettre, parce que plusieurs d'entre elles reposent sur des erreurs de détermination.

Ainsi : 1° le *Panicum Myurus* (cf. Kunth, *Syn.* I, 173) est indiqué par Humboldt sur les flancs du volcan de Jorullo, au Mexique et à la côte de Coromandel. Mais la synonymie donnée par Kunth dans le *Synopsis* est inexacte d'après Nees d'Esenbeck, et Kunth lui-même, dans l'*Enumeratio*, I, 86, ne cite pas l'Inde parmi les localités de l'espèce. — 2° Le *Setaria glauca* HB. du Mexique est le *S. penicillata* Presl. — 3° En indiquant le *Lappago racemosa* à Guanajuato et en Dalmatie, Humboldt a confondu le *Tragus occidentalis* Nees avec notre *Tragus racemosus*. — 4° Le *Festuca Myurus*, qu'il indique au Mexique et en Allemagne, est devenu le *F. muralis* Kunth (*F. Myurus* HB. non L.). — 5° Son *Andropogon Allionii* DC. est, dans la monographie, l'*A. contortus* L. (qui passe d'ailleurs dans le genre *Heteropogon*). — 6° Son *Andropogon avenaceus* Schrad., de Cuba, qui, d'après lui, croîtrait aussi en Allemagne, est, d'après Kunth lui-même (*Enum.*, I, 502), le *Sorghum halepense*, espèce de la région méditerranéenne que la culture aura naturalisée à Cuba.

commis aucune omission en traçant, vers l'ouest des États-Unis, l'aire géographique de chacune des espèces à moi connues pour vivre au Mexique. Il est vrai que je dois moi-même, pour être exact, atténuer la valeur de ce résultat, en faisant observer qu'il n'existait dans les herbiers mexicains que j'ai examinés aucune plante de la Sonora, c'est-à-dire de la partie du Mexique la plus voisine de la Californie.

Un résultat analogue se présente quand on compare la végétation du Mexique à celle des *Prairies* américaines, qui occupent de si vastes espaces entre les montagnes Rocheuses et le Mississippi. Je ne trouve guère ici qu'une plante à signaler, mais celle-là très importante dans la végétation des *Prairies*, dont elle constitue la base : c'est le *Buffalo-grass* des indigènes, le *Buchloe dactyloides*, une Chloridée dioïque dont l'organisation curieuse a été, de la part de M. Engelmann, l'objet d'un mémoire intéressant. J'ajouterai que je n'ai aucune identité connue à signaler entre les Graminées du Mexique et celles des pampas de la république Argentine ; car les localités que je cite dans ce pays pour quelques Graminées mexicaines appartiennent à la région subtropicale de Cordova ou de la province de Corrientes. Au contraire, on observe quelques identités entre les Graminées du Mexique et celles du Texas ou des États-Unis de l'est, savoir : 33 pour le premier et 65 pour les seconds. Comme le chiffre de 65 est environ le double de celui de 33, il est évident qu'on ne doit pas regarder ces plantes comme ayant passé du Mexique aux États-Unis (ou *vice versâ*) par l'intermédiaire du Texas. Il paraît même assez difficile d'expliquer comment un nombre aussi notable de plantes bien connues, qui habitent les pentes descendant du Mexique au golfe des Antilles ou la vallée du rio Grande del Norte, ne se retrouvent ni dans la Louisiane, ni dans l'État du Mississippi ou dans celui de l'Alabama, et cependant apparaissent non-seulement dans la Floride, mais encore dans la Géorgie et dans la Caroline du Sud. La cause d'une dispersion aussi singulière pourrait bien être fournie par les observations des météorologistes.

M. F.-F. Hébert, dans une note (1) où il étudiait la loi de translation des tourbillons de l'atmosphère, a dit récemment qu'en Amérique, quelques-uns de ces tourbillons descendent du Nouveau-Mexique, par la vallée du rio Grande del Norte, sur le golfe, puis viennent aborder le nord de la Floride, pour s'élever, de là, vers le nord, en suivant les côtes de l'Atlantique ou le versant oriental des Alleghanys. En considérant ces tourbillons comme les agents du transport des graines, on expliquerait une partie des faits dont je viens de parler, surtout s'ils étaient confirmés par l'étude d'autres familles végétales.

A un autre point de vue, les affinités des Graminées mexicaines avec celles des États-Unis se divisent en deux catégories que l'on pourrait désigner par les termes d'*affinités septentrionales* et d'*affinités méridionales*. Les premières sont bien moins nombreuses. Il faut en citer comme exemples : l'*Agrostis laxiflora*, l'*A. decumbens* et l'*A. Pickeringii*, qui se rencontrent dans les provinces septentrionales de l'Union américaine. Une autre espèce du même genre, l'*A. borealis* Hartm., qui se trouve parmi les plantes rapportées par Liebmann de la partie la plus élevée du pic d'Orizaba, où cesse la végétation phanérogamique, appartient aussi à la flore de la Scandinavie et du Groenland. L'existence, dans les parties les plus élevées des Andes mexicaines, du genre *Graphephorum* Desv., fondé sur l'*Aira melicoides* Michx. du Canada, et dans lequel rentre, comme l'a établi M. Asa Gray, le *Dupontia* R. Br., est un indice de relations des même ordre, mais de nature seulement générique.

Mais les Graminées mexicaines qui coexistent aux États-Unis s'y rencontrent surtout dans la Caroline du Sud, la Géorgie ou la Floride, c'est-à-dire dans la zone du Cotonnier ou dans la région subtropicale. Ces plantes appartiennent à la partie supérieure d'une aire de dispersion naturelle et très vaste, qui englobe la majorité des plantes vulgaires dans la

(1) *Comptes rendus*, séance du 29 avril 1878.

partie moyenne de l'Amérique, et qui s'étend du 35e degré de latitude boréale au 35e degré de latitude australe, c'est-à-dire depuis la Caroline du Sud jusqu'à l'embouchure du rio de la Plata. C'est dans cette zone que se montrent les plus nombreuses relations géographiques des Graminées mexicaines, qui se retrouvent au nombre de 101 dans les Antilles (en en excluant la Trinité), de 107 dans le Brésil et de 116 dans la région tropicale, ainsi que je l'ai caractérisée plus haut. Le rapprochement de ces trois chiffres montre bien qu'il s'agit ici de relations de même ordre.

Ces relations, d'ailleurs, se modifient d'une manière frappante, selon les genres et les tribus de Graminées qu'on examine. Ce que je viens de dire concernant les affinités tropicales est surtout vrai des Oryzées, Olyrées, Panicées, Andropogonées, Chloridées, des *Eragrostis* parmi les Poacées, et des *Vilfa* parmi les Agrostidées (1). Au contraire, les Stipées, les genres *Deyeuxia*, *Trisetum*, *Bromus*, *Chusquea*, *Epicampe*, *Lycurus*, *Perieilema*, *Muhlenbergia*, ne renferment guère, dans mon travail, que des espèces purement mexicaines. Les analogies qu'ils offrent, de même que les genres *Dissanthelium* et *Crypsinna*, les rapprochent évidemment des Andes de l'Amérique du Sud; mais ce sont des analogies plutôt génériques que spécifiques, car je ne signale avec les Andes qu'un total de 28 espèces communes, chiffre inférieur à celui du Texas, et encore y a-t-il du doute sur la hauteur à laquelle plusieurs de ces espèces parviennent dans les Andes.

Ces affinités géographiques concourent à confirmer une opinion déjà répandue : c'est que les régions variées qui constituent le Mexique y servent de point de rencontre à des végétaux de flores très diverses. Ceci apparaît d'une manière éclatante par l'examen de la famille des Graminées, et surtout de certaines espèces communes de cette famille. Nous venons de voir que le *Buchloe dactyloides*, la Graminée dominante dans les prai-

(1) Le *Vilfa tenacissima* se rencontre sur les hauts plateaux du Mexique et sur les terres chaudes de diverses régions tropicales.

ries américaines, paraît dans plusieurs localités au Mexique. D'un autre côté, M. Moritz Wagner, dans son intéressant livre intitulé : *Naturwissenschaftliche Reise im tropischen Amerika*, nous apprend que les espèces de Graminées les plus vulgaires dans les savanes qui bordent la mer Pacifique, sur les côtes des États de Costa Rica et de Veragua, sont les suivantes : *Paspalum notatum*, *Digitaria marginata*, *Panicum maximum*, *Setaria glauca* (qu'il entend sans doute comme Humboldt) et *Eragrostis ciliaris*; or, ces espèces sont toutes communes au Mexique.

Les affinités des Graminées mexicaines avec celles des îles Galapagos, dont la flore est bien connue, sont les mêmes qu'avec celles des savanes qui bordent l'océan Pacifique. Sur 32 Graminées constatées dans le groupe des Galapagos, j'en ai relevé 12 qui comptent parmi les plus communes de la flore mexicaine, savoir : *Paspalum conjugatum*, *Panicum fluitans* J. D. Hook. (probablement identique avec le *P. paspaloides* Pers.), *P. fuscum*, *Oplismenus colonus*, *Anthephora elegans*, *Sporobolus indicus*, *Sp. virginicus*, *Poa ciliaris*, *P. megastachya*, *P. pilosa*, *Eleusine indica* et *Leptochloa virgata*. Je ne compte pas le *Panicum multiculmum* Anders., bien que M. Grisebach le rapporte au *P. carthagenense*, n'en ayant pas vu d'échantillon authentique.

Somme toute, les Graminées mexicaines, au point de vue de leur répartition géographique, comme au point de vue de leurs caractères botaniques, se divisent assez nettement en deux groupes. Celles qui sont, ou spéciales au Mexique, ou communes, d'une part à cette contrée, d'autre part à la région andine ou à la région septentrionale, se distinguent en général par la gracilité de leurs feuilles et le peu de hauteur relative de leur chaume. Celles qui se répandent dans la région tropicale se font remarquer au contraire par leur taille, par l'ampleur de leurs organes de végétation et de leur inflorescence. Les premières habitent de préférence les parties montagneuses et sèches; les secondes, le bord des fleuves et les endroits humides (1). Ces dernières, dont plusieurs s'étendent

(1) Voyez Meyen, *Grundriss der Pflanzengeographie*, p. 130.

des États-Unis du Sud jusque dans la république Argentine, sur les bords du Parana, à travers 70 degrés de latitude du nord au sud, doivent l'étendue de leur aire à ce qu'elles participent de la diffusion des plantes aquatiques. Il y a là, ce nous semble, une considération nouvelle dans la géographie botanique des contrées tropicales. On sait, d'une manière générale et un peu vague, que la diffusion des espèces végétales a lieu, dans ces régions, sur des espaces très étendus. On n'a pas assez remarqué, je crois, que les espèces à aire étendue, entre les tropiques et même au delà, ne sont pas seulement celles qui habitent le sein des eaux, comme le *Victoria regia*, les *Pontederia*, les *Nelumbium*, mais aussi celles qui habitent le long de leurs bords ; tandis que les familles également tropicales qui vivent dans les régions arides ou montagneuses présentent un beaucoup plus grand nombre d'espèces cantonnées et, partant, d'espèces rares. La végétation des Campos du Brésil, assez bien connue aujourd'hui, fournit de nombreux exemples de cette catégorie d'espèces à aire restreinte (1), tandis que, depuis les limites du Pérou jusqu'à la côte du Para, un grand nombre d'essences forestières ou même herbacées suivent le cours de l'Amazone (2).

Il résulte de ces considérations que l'on doit distinguer dans les contrées tropicales, quand on s'occupe de la géographie botanique de ces contrées, une *région fluviale*. L'égalité relative de température qui s'établit au sein des vallées, la facilité de transport offerte par le courant même des fleuves et par l'inondation de leurs rives, expliquent l'aire étendue des végétaux qui les habitent. De plus, en Amérique, les vents qui partent de l'équateur agissent sur la dissémination des végé-

(1) M. de Martius a fait remarquer (*Reise nach Brasilien*, 141) que même la *Serra do Mar*, granitique et séparée des schistes argileux des *Campos*, porte, sur ses parties les moins humides et les plus élevées, les formes végétales de cette région.

(2) L'humidité relative produite par le climat maritime et les vents d'est ou de nord-est est aussi la cause qui détermine une similitude remarquable de végétation sur beaucoup de points du [illegible]al américain, du Mexique à la Guyane et à la partie septentrionale du Brésil.

taux non-seulement en enlevant et en laissant retomber leurs graines, mais encore en réchauffant les vallées sur leur passage. C'est au vent du nord que les parties centrales de la république Argentine doivent de posséder une température plus élevée que celle que leur assigne leur latitude, ainsi que l'a bien établi M. Schnyder de Buenos-Ayres (1). Au contraire, de l'autre côté de l'Équateur, les tempêtes qui partent des montagnes d'où naissent le rio Cauca et le rio Magdalena, pour suivre le cours de ces fleuves et descendre sur les Antilles, n'ont certainement pas pour effet d'abaisser la température de la Jamaïque (2), outre que ces ouragans sont eux-mêmes des agents non contestés de dissémination.

Ce serait un curieux travail que d'examiner chaque famille naturelle, dans sa distribution géographique, au point de vue auquel je viens de me placer, et de rechercher si elle appartient ou non à la région fluviale que je viens d'indiquer, et quelle proportion elle contient d'espèces à aire étendue ou à aire étroite. On constaterait immédiatement que certaines des grandes familles ne donnent à cette région qu'une fraction de leurs types, par exemple les Graminées auxquelles ce mémoire est spécialement consacré (3). Il en serait encore ainsi, notamment, des Légumineuses et des Rubiacées. On remarquerait ensuite que, en changeant de région naturelle, certaines

(1) *Archives des sciences physiques et naturelles*, novembre 1877.

(2) F.-F. Hébert, communication faite au congrès de la Sorbonne en avril 1878.

(3) Il est facile de noter ici un curieux exemple de la localisation affectée par les Graminées de la région montagneuse, dans l'Amérique centrale. Cet exemple est offert par le travail monographique auquel M. Weddell a soumis les *Deyeuxia* des Andes (*Bull. Soc. bot. Fr.*, t. XXII, Séances, p. 173). Sur les 60 espèces de *Deyeuxia* étudiées par M. Weddell dans la flore alpine de l'Amérique du Sud, on peut dire, en général, que les unes sont propres à la Nouvelle-Grenade, d'autres à l'Équateur, d'autres à la Bolivie, d'autres au Chili ; et même en Bolivie, à une altitude égale, à une faible distance, et sous le même méridien, les *Deyeuxia* ne sont pas les mêmes sur le col de Sorata que sur le col qui sépare la Paz de Coroïco. Or, ce sont là précisément les deux points que M. Weddell a le mieux explorés pendant ses voyages, et M. Mandon ayant lui-même séjourné encore depuis à Sorata, on a tout lieu de penser que la constatation d'une localisation si singulière n'est pas le résultat d'une erreur tenant à l'insuffisance de nos collections.

familles changent aussi de distribution géographique. Ainsi, les Renonculacées et les Ombellifères, dans notre Europe tempérée, contiennent beaucoup d'espèces de la région fluviale, et ces espèces ont, chez nous, une aire très vaste. Dans la partie tropicale du nouveau monde, au contraire, les types de ces deux familles ne se rencontrent que dans la région élevée. Enfin on noterait en Amérique, parmi les familles de la région montagneuse ou aride, les Asclépiadées, les Cactées, les Zygophyllées, les Vacciniées, beaucoup d'Euphorbiacées, etc.; parmi les familles de la région fluviale, les Cypéracées, les Musacées, les Palmiers, les Artocarpées, beaucoup d'Aroïdées et de Fougères, les Malvacées, les Convolvulacées, les Polygonées, etc. On conçoit que je n'ai pas l'intention de poursuivre ici plus loin ces indications, me bornant à les suggérer comme une conséquence de l'étude détaillée des relations géographiques d'une grande famille.

FLORULE BRYOLOGIQUE DE LA RÉUNION

ET

DES AUTRES ILES AUSTRO-AFRICAINES DE L'OCÉAN INDIEN

Par Émile BESCHERELLE.

INTRODUCTION.

Lorsque nous avons entrepris, il y a plusieurs années, l'inventaire des Mousses de nos colonies, nous pensions nous borner aux limites géographiques de la possession française, comme nous l'avons fait pour la Nouvelle-Calédonie et les Antilles, et ne pas étendre nos investigations aux pays voisins. Il ne nous a pas été possible d'agir de la sorte pour l'île de la Réunion. Nous ne pouvions, en parlant de cette île, passer sous silence Sainte-Marie de Madagascar, Nossi-bé et Mayotte, et il nous était difficile de ne pas comprendre dans notre travail l'île Maurice, ancienne possession française, qui a longtemps été explorée par nos voyageurs et dont les collections sont confondues souvent avec celles de la Réunion. Nous nous sommes donc trouvé amené ainsi à faire la flore bryologique des îles austro-africaines de l'océan Indien, et pour être plus complet, nous avons cru devoir y ajouter l'île de Madagascar, quoique les Mousses de cette île participent à la fois, au sud, de la végétation du Cap et, au nord, de celle des Comores. Mais comme les Mousses récoltées par Pervillé au N. O. de Madagascar et par Bernier dans une autre partie de l'île, n'avaient encore été qu'en partie décrites, nous avons pensé qu'il fallait profiter de l'occasion pour les signaler dans notre florule.

L'*île de la Réunion*, autrefois *île Bourbon*, est, de toutes les îles voisines de Madagascar, celle qui offre la plus riche et la plus nombreuse collection de Mousses. De formation volcanique, elle présente une surface elliptique de plus de 250 000

hectares, allongée du N. O. au S. E.; deux groupes de montagnes, le piton des Neiges (3069 mètres), volcan éteint depuis longtemps, et le piton de la Fournaise (2625 mètres), volcan encore en activité, séparent l'île en deux régions très distinctes au point de vue botanique surtout, l'une S. S. O., appelée *partie sous le vent*, qui a été peu explorée à raison de son aridité, l'autre N. N. E., nommée *partie du vent*, qui au contraire a été l'objet des recherches de tous les voyageurs.

Les premières Mousses citées par Schwægrichen, par Palisot de Beauvois et par Bridel, proviennent de Commerson, qui, accompagnant M. de Bougainville dans son voyage autour du monde de 1766 à 1769, resta plusieurs mois à la Réunion et y récolta un petit nombre d'espèces conservées au Muséum d'histoire naturelle de Paris. Les voyages de Perrottet, sur le *Rhin* en 1819, de Duperrey, sur la *Coquille* en 1825, et de Dumont d'Urville, sur l'*Astrolabe* et la *Zélée* de 1837 à 1840 ne fournirent aucuns matériaux pour la bryologie. Bory de Saint-Vincent, de 1801 à 1802, récolta au contraire un grand nombre de Mousses; elles manquent au Muséum, mais il nous a été facile de prendre connaissance d'une grande partie d'entre elles dans l'herbier de M. Cosson, que ce savant botaniste, avec son obligeance habituelle, a bien voulu mettre à notre dispositon. M. Bélanger, embarqué sur la *Chevrette* de 1827 à 1829 resta quelques mois seulement à la Réunion, et ne rapporta que deux ou trois espèces qu'il est très difficile de se procurer aujourd'hui. M. Ad. Delessert a aussi récolté quelques espèces en 1854; elles se trouvent dans l'herbier Montagne, au Muséum. Mais le plus grand nombre provient des envois de Richard (1837), qui a été longtemps directeur du jardin botanique de l'île. Les échantillons sont généralement mal préparés; mais, par compensation, ils sont copieux. Vers la même époque, M. Lépervanche père (1839), qui était en correspondance avec M. Thuret, fournit à ce dernier une trentaine d'espèces que M. le Dr Bornet, possesseur de l'herbier de M. Thuret, a bien voulu nous communiquer. L'herbier du Muséum renferme aussi les Mousses récoltées par

M. Frappier, et celui de l'exposition permanente des colonies, au palais de l'industrie à Paris, contient 25 espèces envoyées par M. Potier, directeur actuel du jardin botanique de la Réunion, mais sans indication de localités.

Toutes ces Mousses de diverses provenances ne formaient pas encore un bien riche butin. Bory n'avait guère visité que le piton des Neiges, la plaine des Chicots, la plaine des Cafres (1600 mètres) et le volcan de la Fournaise, c'est-à-dire les localités principales au point de vue du touriste. Lépervanche père avait surtout exploré les environs de Salazie, et Richard la plaine des Fougères. Nous étions dans cette situation il y a quelques années, lorsqu'un botaniste plein de dévouement pour la science, M. Georges de l'Isle, sur les instigations de M. le professeur Bureau, s'arrêta plusieurs mois à la Réunion en revenant de l'île Saint-Paul, et consacra une partie de ce temps à la recherche des Mousses. Il a visité à fond les environs de Saint-Denis, toute la côte qui s'étend au N. E. jusqu'au cratère, les plateaux de Salazie, de Hellbourg, de Terre-Plate, les plaines des Fougères, de Belous, des Salazes, des Cafres, des Palmistes, le morne Saint-François, le cratère Commerson, et toutes les ravines qui descendent des Hauts, c'est-à-dire toute la partie fertile de l'île où il y avait quelque chance de trouver des Mousses. Le nombre des échantillons qu'il a rapportés de son voyage est relativement considérable ; on y rencontre une grande quantité d'espèces nouvelles et la plupart des espèces anciennes, mais dans un meilleur état, ce qui nous a permis de rectifier ou de compléter les diagnoses de Schwægrichen ou de Bridel, faites souvent sur des échantillons incomplets. Quoique les espèces de M. G. de l'Isle soient nombreuses, nous n'avons pu cependant ne pas nous étonner de la grande différence qui existait entre les récoltes de ce voyageur et celles de Commerson et de Bory. Les collections de ces derniers, bien que très restreintes, comprenaient des quantités d'échantillons de *Sphagnum*, de *Polytrichum* et d'autres Mousses de marais, et peu de Mousses lignicoles. M. G. de l'Isle n'a recueilli aucune de ces espèces, et cependant il a visité les mêmes loca-

lités, et il n'aurait pas manqué de les récolter s'il les avait trouvées sous sa main; en revanche, les espèces croissant sur les arbres abattus et pourrissant à terre sont en majorité, tandis qu'elles sont en minorité dans les collections de Bory. Nous croyons que cette différence provient d'un fait que nous trouvons signalé de la manière suivante dans un rapport que M. Debette, ingénieur en chef des mines, envoyé en mission à la Réunion, a adressé au ministre de la marine le 15 mars 1877 : « L'île de la Réunion, dit M. Debette, était, il n'y a pas » encore un siècle, couverte jusqu'à une distance moyenne de » 4 à 5 kilomètres de la côte, de forêts qui, s'élevant presque » jusqu'au sommet des montagnes, entretenaient les sources et » s'opposaient jusqu'à un certain point, aux sécheresses dont » on se plaint si vivement aujourd'hui. L'accroissement rapide » de la population, le développement des cultures qui en est » résulté, surtout celle de la Canne à sucre, ont nécessairement » amené le défrichement d'une grande parties des forêts, » défrichement qui a été trop souvent accompli avec aussi peu » de discernement que de prévoyance, et dont nous avons été » plus d'une fois à même de constater les procédés barbares, » lors de nos excursions à l'intérieur de l'île, en y traversant » de vastes emplacements où les bois, abattus par le feu, pour- » rissaient sur place sans qu'on eût même cherché à en tirer » le moindre profit. »

Ceci donne l'explication du fait que nous avons constaté; mais le bryologue trouve une compensation dans le dessèchement de certaines localités. Les arbres à moitié carbonisés qui pourrissent à terre servent de *substratum* à un grand nombre de Mousses qui n'attendaient que cette circonstance pour se développer et se reproduire; de petites colonies se forment ainsi, et par une cause souvent fortuite de nouvelles espèces sont introduites dans un pays où quelques années auparavant on les aurait cherchées en vain.

Aux récoltes de M. G. de l'Isle sont venues s'ajouter tout récemment celles de M. Paul Lépervanche, inspecteur des forêts à Saint-Denis, de mademoiselle Berthe, sa fille, et de

M. Valentin, garde général. Ces trois derniers ont bien voulu, sur la demande de M. l'ingénieur Debette, se charger de visiter à notre intention les localités qui n'avaient pas encore été explorées, telles que le pas de Belcombe, le cratère Brûlant, la plaine des Marsouins, le Grand Brûlé de Saint-Denis. M. Valentin a surtout porté ses recherches sur la partie la moins fertile, Cilaos (1140^{m}), Saint-Paul, Saint-Leu, Saint-Louis, où il a rencontré des espèces intéressantes.

L'île de la Réunion paraît donc avoir été suffisamment fouillée au point de vue bryologique. Le nombre des espèces constatées s'élève à 209; nous sommes loin des 25 Mousses citées en 1805 dans le *Prodrome* de Palisot de Beauvois. Sur ces 209 espèces, 50 sont communes avec Maurice, Madagascar, le Cap et les Comores; 158 sont spéciales à la Réunion. Elles se répartissent entre 193 genres dont quelques-uns sont spéciaux à la région : tels sont les *Coleochætium*, *Jagerina*, *Hildebrandtiella*. Presque tous les genres européens y sont représentés par une ou deux espèces. Ceux qui fournissent le plus grand nombre d'espèces sont : *Campylopus* (13), *Fissidens* (5), *Philonotis* (9), *Polytrichum* (4), *Neckera* (4), *Hookeria* (6), *Thuidium* (4); et parmi les genres exotiques : *Macromitrium* (5), *Schlotheimia* (7), *Pilotrichella* (4), *Rhaphidostegium* (12), *Ectropothecium* (7), *Hypopterygium* (4). Un certain nombre d'espèces de Ceylan et de la flore indienne et javanaise sont remplacées à la Réunion par des espèces affines très voisines, qui n'offrent bien souvent que de faibles différences quand on embrasse l'ensemble de la végétation, mais qu'on est cependant obligé de distinguer lorsqu'on ne s'occupe que d'une partie très restreinte du globe. Pour ne citer que quelques exemples, nous remarquerons notamment le genre *Garckea*, qui ne comptait jusqu'ici qu'une seule espèce propre à Ceylan, le *G. phascoides*, et qui est représenté aujourd'hui à la Réunion par une deuxième espèce qu'on retrouve à Nossi-bé. Il en est de même de l'*Orthodon serratus*, du *Macromitrium hispidulum*, etc.

L'*île Maurice* (autrefois *île de France*), quand nous avons commencé notre étude, n'était connue, bryologiquement par-

lant, que par les récoltes de Commerson, d'Aubert du Petit-Thouars, de Richard et de Boivin (1847-1849), qui se trouvent au Muséum de Paris, et par quelques espèces envoyées par Grateloup et Duisabo à Montagne. Le séjour qu'y fit Michaux n'est signalé par la présence d'aucune Mousse.

Tout cela n'était pas suffisant; un appoint considérable nous est venu depuis de M. Duby et de M. Geheeb, qui ont bien voulu mettre à notre disposition les récoltes récentes de Mme Lecoultre et de M. le Dr de Robillard. M. le professeur Schimper nous a communiqué en même temps celles de MM. Ayres et Darnty. M. Bordas nous a fait parvenir, de son côté, quelques échantillons que nous avons utilisés pour notre travail; et ce qu'il y a de vraiment surprenant, c'est que le seul et unique échantillon de *Sphagnum* que nous ayons reçu de Maurice nous a été envoyé par M. Bordas, qui ne s'occupe pas de botanique! Les *Sphagnum* ne croissent cependant pas isolément, et l'on ne peut s'expliquer, puisqu'ils existent à Maurice, comment des botanistes tels que Richard et Boivin n'en aient pas trouvé un seul exemplaire. Les Mousses constatées dans cette île s'élèvent à 98 espèces, dont 62 acrocarpes et 35 pleurocarpes; la moitié environ se trouve à la Réunion.

Madagascar. — Les matériaux nous ont manqué pour faire l'étude complète de cette île, dont les côtes sont plus connues que l'intérieur au point de vue des Mousses. De très nombreux botanistes l'ont parcourue depuis la fin du dernier siècle : Commerson, Sonnerat, du Petit-Thouars, Michaux, Boyer, Perrottet, Goudot, Bernier, Pervillé, etc. Les herbiers renferment bien des plantes phanérogames provenant de ces collecteurs, mais en dehors des récoltes de Pervillé qui sont au Muséum, et de celles de Bernier que nous avons pu voir dans l'herbier de M. Thuret, chez M. le docteur Bornet, on n'y rencontre pas de Mousses. Pervillé a surtout visité l'île Sainte-Marie et la côte N. O. qui se rapproche de Nossi-bé. Nous avons d'ailleurs utilisé pour notre étude les Mousses recueillies par MM. Borgen et Borchgrewink, que le M. Dr Ernest Hampe a bien

voulu nous donner et que ce savant bryologue avait déjà décrites dans le *Linnæa* (t. XXXVIII). De son côté, M. le Dr Kiær, de Christiania, a mis aussi à notre disposition un certain nombre d'espèces provenant des collections envoyées par M. Borgen en 1874 et par M. Rosas. Nous avons pu ainsi réunir 71 espèces; mais ce nombre est évidemment bien loin de représenter l'ensemble des Mousses de cette île si riche en végétaux de toutes sortes.

Iles Comores. — Ce groupe d'îles comprend la grande Comore, Anjouan, Mayotte et Moely. Boivin a exploré les trois premières en 1849 et ses récoltes sont au Muséum. Anjouan a été l'objet des recherches de M. Hildebrandt en 1875; les Mousses que ce botaniste a recueillies ont été décrites par M. Ch. Müller dans le *Linnæa*, tome XL. Les espèces constatées par Boivin et par M. Hildebrandt dans le groupe des Comores s'élèvent à 69.

Nossi-bé. — Pervillé (1837) fut le premier qui envoya des Mousses de cette petite colonie française. Boivin, plus tard (1849), y récolta plusieurs espèces. Mais c'est surtout depuis 1878 que nous en connaissons la végétation d'une manière complète, grâce au zèle et au dévouement de M. Marie, commissaire de marine, qui s'est déjà fait connaître des naturalistes par les découvertes qu'il a faites à la Nouvelle-Calédonie et à la Guadeloupe. M. Marie n'est encore que depuis un an à Nossi-bé, et les espèces que nous avons reçues de lui montent déjà à 42.

Iles Seychelles. — Quoique ce groupe d'îles soit en dehors de la région étudiée dans notre florule, nous avons cru devoir donner la description de 16 Mousses nouvelles que M. G. de l'Isle y a recueillies en revenant de la Réunion.

Nous terminons cette notice par le tableau ci-après qui permettra de se rendre compte, par tribus, des Mousses constatées jusqu'ici dans les îles qui font l'objet de la présente florule :

TRIBUS.	Espèces décrites dans la florule.	La Réunion.	Maurice.	Comores.	Madagascar.	Nossi-bé.	Seychelles.	Galega.
1. ACROCARPI.								
I. Weisiaceæ......	71	35	18	14	11	4	2	»
II. Fissidentaceæ...	15	6	1	2	4	5	»	»
III. Leucobryeæ.....	7	5	1	3	3	»	2	»
IV. Leptotrichaceæ..	6	4	3	»	3	1	»	»
V. Drepanophylleæ.	1	1	»	»	»	»	»	»
VI. Pottiaceæ........	7	3	3	»	2	1	»	»
VII. Calymperaceæ...	15	3	2	3	2	4	2	»
VIII. Grimmiaceæ....	32	19	13	4	9	2	1	»
IX. Splachnaceæ....	2	2	»	»	1	»	»	»
X. Funariaceæ.....	7	3	4	»	1	»	»	»
XI. Bryaceæ........	28	13	9	7	7	1	»	»
XII. Bartramieæ.....	10	10	2	1	2	1	»	»
XIII. Polytrichaceæ...	19	12	6	1	2	»	1	»
TOTAUX...	220	116	62	35	47	19	8	»
2. PLEUROCARPI.								
XIV. Leucodontaceæ..	10	4	5	1	1	1	»	»
XV. Neckeraceæ.....	36	18	8	13	10	2	»	»
XVI. Hookeriaceæ....	23	16	2	4	»	3	1	1
XVII. Fabroniaceæ....	2	2	1	»	»	»	»	»
XVIII. Leskeaceæ......	9	4	2	2	»	1	»	»
XIX. Hypnaceæ......	73	40	14	12	10	14	7	1
XX. Hypopterygieæ..	10	5	3	2	1	2	»	»
TOTAUX...	163	89	35	34	24	23	8	2
XXI. Andreæaceæ....	1	1	»	»	»	»	»	»
XXII. Sphagneæ......	4	3	1	»	»	»	»	»
Acrocarpi......	220	116	62	35	47	19	8	»
TOTAUX...	388	209	98	69	71	42	16	2
TOTAL GÉNÉRAL..		507						

Clamart (Seine), le 24 décembre 1879.

Series I. MUSCI ACROCARPI. — Ordo STEGOCARPI.

Tribus I. WEISIEÆ.

Fam. I. — WEISIACEÆ.

Gen. I. — HYMENOSTOMUM R. Br.

H. pulicare Besch. — *Weisia* (*Gymnostomum*) *pulicaris* Nob., in *Rev. Bryol.*, 1877. — Dioicum, pusillum, gregarie cespitosum, fuscescens. Caulis simplex vel e basi breviter 2-3 fasciculato-ramosus. Folia madida patula, sicca tortilia, oblongo-lanceolata, concaviuscula, late acuminata, integerrima, subtiliter papillosa, margine plano, costa pallide viridi in mucronem brevem hyalinum evanida; cellulis minutis apicalibus inconspicuis, mediis quadratis papillosis, inferioribus elongate quadratis pellucidis. Folia perichætialia similia, intima breviora minus obscura. Capsula in pedicello recto vix 2 millim. longo rufo globosa, minuta, apice angusta, pulicaris, nitida, ore pertenui ; operculo aciculari oblique et longe rostrato.

Mayotte : Boivin (in herb. Mus. Paris.).

Très jolie petite Mousse remarquable par ses nombreuses petites capsules arrondies, d'un roux qui rappelle la couleur de la puce.

Gen. II. — GYMNOSTOMUM Hedw.

1. *G. chloropus* Besch.— Dioicum. Cespites plani, dense congesti. Caulis gracilis, superne vix 2 mill. exsertus, fusco-viridis. Folia torquata, basi ovato-lanceolata, versus tertiam partem ad apicem usque elongate lanceolata, margine basi plano dein arcte revoluto, dorso subtiliter papillosa, integerrima, costa infra apicem evanida. Folia perichætialia latius ovata subvaginantia longiora; archegonia stylo longo instructa, eparaphysata. Capsula in pedicello tenuissimo vix 5 mill. longo flexuoso tortuoso pallide luteo elliptica vel oblonga, evacuata parce striata, subnitida; operculo acuto capsula breviori.

La Réunion : sur la terre, où il forme des touffes semblables à celles du *Barbula convoluta* (G. de l'Isle).

2. *G. scaturiginosum* Besch. — Cespites tumescentes, condensati, mole tophaceo obrupti, ferruginei superne luteo-virides. Caules graciles erecti, semiunciales vel majores, fastigiato-ramosi. Folia sicca erecta, mollia, erecto-patentia, elongate ovato-ligulata, acuminata, integerrima, costa infra apicem evanida dorso subpapillosa, margine in uno latere incurva; cellulis basi elongatis pellucidis, ad margines angustioribus elongatis, ceteris quadrato-ovatis. Capsula in pedicello 7-8 millim. longo rubello ovoidea, nigra, nitida, ore angusta. Operculum oblique longirostre.

La Réunion : près de la source pétrifiante de Salazie, et dans l'eau du ruisseau provenant de la source de Hellbourg (G. de l'Isle).

Mousse formant des touffes compactes, incrustées de calcaire à l'instar de l'*Eucladium verticillatum;* intermédiaire entre le *G. rupestre* et le *G. curvirostrum;* diffère du dernier par ses capsules ovoïdes plus petites, à orifice plus étroit non dépassé par la columelle, et du premier par la capsule ovoïde et l'opercule plus long.

Gen. III. — ANŒCTANGIUM Hedw.

1. *A. Borbonense* Besch. — Pusillum vix 3-4 millim. altum, amœne viride, ramis ascendentibus brevibus. Folia apice congesta, spiraliter torta, lanceolato-ligulata, costa excurrente, utraque pagina minute papillosa, cellulis basi quadratis hyalinis, ceteris minutissimis opacis. Folia perichætialia intima longiora convoluta late acuminata integerrima pellucide areolata, costa evanida. Capsula in pedicello gracillimo flaccido erecta, ovata, ætate fusca; operculo subulato recto vel vix obliquo.

La Réunion : sur la terre, mai 1875 (G. de l'Isle, n° 255).

Très voisin du *Zygodon* (*Anœctangium*) *pusillus* C. Müll.; ses rameaux dressés non courbés, ses feuilles non dilatées au sommet et garnies de papilles très fines, son opercule à peine incliné, l'en distinguent suffisamment.

2. *A. Mariei* Besch. — Dioicum. Cespites masculi plani luteo-virides. Caulis gracilis, 2-3 millim. longus simplex sub flore innovans. Folia erecta, flexuosa, apice conglobata, lanceolato-linearia, obtusa, cellula apicali hyalina unica acute acuminata, integerrima, marginibus planiusculis sæpe flexuosis, costa canaliculata infra summum evanida dorso valde papilloso-tuberculosa ; cellulis inferioribus rectangularibus hyalinis obsolete papillosis, ceteris quadratis chlorophyllosis et papillosis. Antheridia numerosa paraphysibus brevioribus flavidis paucis mixta. Cetera ignota.

Nossi-bé : sur la terre calcaire, en touffes compactes, février 1879 (Marie).

3. *A. rufo-viride* Besch. — Dense cespitosum, compactum, tomentosum, inferne rufum, superne viride. Folia anguste ligulata, brevia, integerrima, acuta, basi pellucidiora quadrate areolata, dehinc obscure quadrato-punctata. Perichætium longum foliis appressis vaginantibus costatis, margine e medio serrato-erosis, intimis longioribus integerrimis late cuspidatis ; vaginula longa curvata. Capsula gracilis oblonga, ætate rufa, pedicello 12-13 millim. longo stramineo dein ferrugineo ; operculo capsulam æquante.

Grande Comore : mai 1850 (Boivin).

Espèce très voisine de l'*A. rhaphidostegium* par la forme de la capsule, mais qui en diffère par les tiges plus courtes et plus compactes, les feuilles caulinaires moins longues, plus étroites, à réseau composé de cellules fines, peu distinctes et opaques, les feuilles périchétiales plus longues, engaînantes et dentées vers le milieu.

Var. *eucollum* (*Anœctangium eucollum* Nob. in *Rev. Bryol.*), colore intense viridi-ferrugineo, caule breviore, foliis angustioribus, capsulæ collo paulo longiore, foliis perichætialibus vix erosis.

Grande Comore (Boivin).

4. *A. rhaphidostegium* C. Müll., in litt. — Cespites lati densiusculi 4–5 cent. longi, inferne rufi superne luteo-virides. Caulis fragilis, dichotome ramosus, mollis, radiculosus. Folia

caulina madida erecta, sicca crispula, basi anguste ovata, elongata, lanceolata, acuta, margine revoluto ob papillas prominentes subcrenulata, costa cum apice evanida papillosa; cellulis quadrato-rotundis tenuissime papillosis sola basi infima elongate quadratis pellucidis. Folia perichætialia inferiora minuta cordata, erosa, ecostata, media majora vaginantia costata, intima obtusa, elongate ovata, costa infra apicem evanida, omnia integerrima pellucide areolata. Capsula in pedicello 10 millim. longo stramineo flexuoso filiformi erecta, pallide aurantiaca, vernicosa, tenuis; operculo capsula longiore aciculari recto vel curvulo. Calyptra albicans.

Grande Comore : mai 1850, Boivin (hb. Mus. Par.).

Gen. IV. — WEISIA Hedw.

1. *W. Mauritiana* Sch. in herb. — Cespites elati, densi vel laxiusculi, superne virides. Caulis plerumque simplex vel fasciculato-ramosus, 1 centim. altus. Folia sicca patentia, apice cirrato-incurva, laxe imbricata, superne in gemmulam clavatam congesta, lanceolata, basi pellucida, acuminata, subintegerrima, marginibus supra medium involutis, costa pallida valida excurrente; cellulis inferioribus rectangularibus hyalinis, superioribus chlorophyllosis quadratis. Capsula (vetusta) in pedicello 5-6 millim. longo flavido superne tortili breviter ovato-cylindrica, subplicata, sub ore vix coarctata. Cetera ignota.

Maurice : Ayres (in herb. Schimper).

Voisin par le port du *W. bogotensis* Hpe.

2. *W.* (?) *Ayresii* Sch. in herb. — Cespites densi, ferruginei. Folia crispula, madida patentia, superiora erecta, ovato-lanceolata, integerrima, basi pellucida, cellulis quadratis areolata, apice cuspidata, marginibus arcte involutis dorso minute granulosis. Folia perichætialia majora, subvaginantia. Capsula in pedicello 6-7 millim. longo pallido apice flexuoso

ovata, cernua, inclinata, ore cellulis minutis rotundis rubellis ornato, gymnostoma (?). Operculum oblique longirostre.

Maurice : AYRES (in herb. SCHIMPER).

Cette Mousse offre une grande ressemblance avec le *W. viridula* d'Europe ; mais elle s'en éloigne au premier abord par sa capsule gymnostome, courbée, et par ses feuilles non crispées. Il ne nous a pas été possible de découvrir de dents péristomiales ni dans les vieilles capsules, ni dans les jeunes.

Fam. II. — SPLACHNOBRYEÆ.

Gen. SPLACHNOBRYUM C. Müll.

1. *S. Boivini* C. Müll. in litt. — Cespites laxi, graciles, sordide virides. Caulis 10-15 millim. longus, simplex vel innovando furcatus. Folia mollia, remota, erecto-flexuosa, oblonga, plana, caulina late acuminata, integerrima costa excurrente vel cum apice evanida, dorso ob cellulas prominentes rugosa, folia innovationum basi ovata ligulata, apice rotundato costa infra apicem vix producta, cellulis laxissimis utriculo primordiali persistente impletis. Folia perichætialia similia. Capsula in pedicello 4-5 millim. longo rubello tortili innovationem superante erecta, gracilis, brevis, cylindrica, ore dilatata ; operculo brevissimo obtuse conico. Peristomii dentes anguste lanceolato-lineares, geminati, carnosuli, inter articulationes hiantes, capsulæ orificium superantes. Calyptra ?

Nossi-bé : ruisseau d'Androdroat, mars 1851, BOIVIN (hb. Mus. Par.) et MARIE ; Antourtour, MARIE, 1879.

2. *S. inundatum* C. Müll. in litt. — Dioicum, laxe cespitosum, sordide lutescens. Caulis erectus, basi denudatus, superne remotissime foliosus, gracilis, plerumque simplex, uncialis vel major. Folia mollia, flaccida, filis confervoideis mixta, elongata, e basi ovata, late ligulata, apice ob cellulas supremas prominentes in flabellulum dispositas rotundata, integerrima, marginibus e medio ad summum planum valde involutis, costa rubella infra apicem evanida; cellulis incrassatis basi laxioribus subpellucidis vestigio utriculi primordialis impletis. Cetera desunt.

Nossi-bé : cascade d'Androdroat, mars 1851, Boivin (hb. Mus. Par.).

La plus grande espèce du genre ; très distincte de la précédente par le port et par les feuilles arrondies au sommet.

Fam. III. — DICRANEÆ.

Gen. I. — MICRODUS Sch.

1. *M. limosus* Besch. — Monoicus, gregarie cespitosus, sordide lutescens. Caulis vix 1 centim. altus, ramosus, innovans. Folia julacea, erecta, arcte imbricata, inferiora brevissima, comalia majora, omnia tamen minutissima, ligulato-lanceolata, obtusa, integerrima, marginibus in uno latere revolutis superne duplicatis, costa deplanata; cellulis obovalibus vel hexagonis incrassatis. Folia perigonialia intima late ovata, concava, abrupte acuminata. Folia perichætialia comalibus similia, erecta. Capsula in pedicello rigidiusculo luteo 5-6 mill. longo erecta, junior elongate-ovata, senior globosa, annulata ; operculo capsulam æquante obliquo siccitate horizontali. Peristomii dentes minuti, rufi, apice grisei, rugulosi, pertusi vel irregulariter in duobus cruribus fissi. Calyptra minut ssima basi integra.

Nossi-bé : Commun sur les talus, févr. 1851, Boivin (in herb. Mus. Par.) ; Hellville, 1879, Marie ; torrents desséchés à Nossi-Comba et Antourtour, juillet 1879 (*ib.*).

2. *M. lutarius* Besch. — Cespites extensi, sordide lutescentes. Caulis breviter apice divisus. Folia erecta, adpressa, basi elliptica, margine e basi ad ultra medium folii constricta incrassata, apice obtusiuscula, integerrima ; costa lata continua ; cellulis rectangularibus utriculo primordiali repletis. Capsula in pedicello 7-8 millim. longo nigrescente ovata, sublævis, annulata, ore angusto ; operculo curvirostri capsula breviore. Peristomii dentes minuti, grisei, pertusi vel apice irregulariter fissi.

La Réunion (G. de l'Isle).

Espèce voisine de l'*Angstrœmia* (*Microdus*) *minuta* Hpe, de Madagascar; en diffère cependant au premier abord par ses capsules non brillantes et par l'opercule plus court.

3. *M. minutus* Hpe, in *Linn.*, XXXVIII, p. 209, sub *Angstrœmia.*

Madagascar (Borgen, n° 22).

4. *M. pallidisetus* C. Müll., *Syn.*, I, p. 422, sub *Seligeria* (*Leptotrichella*).

Madagascar (Aubert du Petit-Thouars).

Gen. II. — ANGSTRŒMIA Br. et Sch.

A. vulcanica C. Müll., *Syn.* I, p. 427. — *Borya vulcanica* et *Weisia vulcanica* Brid., *Musc.*, Suppl. I, p. 125 (1802). — *Dicranum filum* (1812), in hb. Cosson.; *Dicranum vulcanicum* (Bory), Brid., I, p. 466; *Dicranum filiforme* Schgr., Suppl. II, p. 72, tab. 122; Pal. Beauv., *Prodr.* — Dioica! Cespitosa surculis plerumque simplicissimis basi aggregatis 1-3-uncialibus. Caulis filiformis erectus vel subarcuatus, graminicolor, infra apicem floriferum innovans vel breviter divisus. Folia inferiora minora remota, anguste ovato-lanceolata, sæpe emarginata, breviter subulata, superiora longiora adpressa, omnia integerrima, costa crassa in subulam canaliculatam acutam folium proprium æquantem producta; cellulis basi hexagonalibus, ceteris angustis subflexuosis incrassatis obscure limitatis. Folia perichætialia comosa, erecta, caulinis superioribus similia, sed duplo triplove longiora, subula longissima plerumque tortili flexuosa. Archegonia stylo longo instructa. Capsula in pedicello brevi immerso plerumque gemella, cylindrica, erecta, angusta, fere æqualis.

La Réunion : dans un trou obscur des laves de la plaine des Sables, près du volcan, où elle forme des gazons serrés d'un vert soyeux; rare en fruit, Bory, 1802 (hb. Cosson); G. de l'Isle.

N. O. de Madagascar; associé au *Leptotrichum Boryanum*, Pervillé (hb. Mus. Par.).

Gen. III. — DICRANELLA Sch.

1. *D. flavipes* Besch. — Dioica. Planta viridi-flavescens, gracilis, elata, subuncialis, laxe cespitosa, simplex, erecta. Folia remotiuscula, heteromalla, flexuosa, erecto-patentia, pallide viridia, haud nitentia, integerrima vel summo parcissime dentata, basi elongate ovata, apice obtusiuscula, margine supra partem ovatam ad apicem usque revoluta, costa excurrente, limbo fere omnino distincto, cellulis superioribus rectangularibus chlorophyllosis, inferioribus longioribus hyalinis parietibus flavescentibus. Capsula (junior) cylindrica, vix inclinata, annulata, pedicello flaccido elongato, operculo longe subulato. Peristomii dentes longi e medio bifidi. Calyptra generis.

La Réunion : plaine de Belous (G. de l'Isle, n° 414).

Proche du *D. borbonica*, mais en diffère par son feuillage vert glauque et ses feuilles ovales engaînantes.

2. *D. borbonica* Besch. — Cespites laxi ætate fuscescentes. Caulis filiformis, gracilis, fragilis, uncialis vel minor, plerumque simplex, interdum apice ob innovationes 2-4 furcatus. Folia caulina infera erecto-patentia flexuosa remota, comalia erecta flexuosa, e basi latiora obovata vaginantia subito lanceolato-subulata integerrima tantum in parte superiore vaginæ sinuoso-crenulata, costa lata totam subulam occupante; cellulis inferioribus elongatis plus minus regulariter rectangularibus pellucidis, ceteris angustis elongate quadratis. Perichætia complura, foliis longis vaginantibus. Capsula in pedicello longiusculo tortili flexuoso vix curvato erecta, junior auguste cylindrica, tenella, rufo-nigra, sicca sub ore coarctata, collo longo, annulo lato revolubili; operculo late conico oblique rostrato. Peristomii dentes longissimi bifidi, basi purpurei. Calyptra angusta, cucullata, inferne integerrima.

La Réunion : Boivin (in herb. Mus. Par.).

Espèce très voisine du *Dicranella cygnea* Angst., et du *D. Khasiana* Mitt.; en diffère cependant par les tiges rameuses quelquefois dès la base,

le plus souvent au sommet, où elles se divisent en trois ou quatre rameaux fructifères à l'instar des *Dicranum* et des *Campylopus*; elle s'en éloigne aussi par le péristome composé de dents très longues, comme dans le premier de ces deux genres.

3. *D. Pervilleana* Besch. — Dioica. Habitu *D. proscriptæ* similis, sed gracilior. Caulis tenellus, simplex vel parce innovans, 5-6 millim. longus, arcuato-ascendens. Folia inferiora patula flexuosa, comalia subsecunda homomalla, basi ovato-lanceolata, setacea sensim in cuspidem tantum apice subdenticulatam attenuata, costa lata; cellulis basi rectangularibus flavidis, mediis minoribus chlorophyllosis, ceteris vix conspicuis. Folia perichætialia amplexantia basi longa, longe setacea. Capsula in pedicello 8-10 millim. longo rubello tenello ovato-cylindrica, lævis, attenuata. Operculum aciculare obliquum, capsulam æquans. Peristomii dentes longi, bifidi, purpurei. Annulus latus revolubilis. Calyptra fusca.

Sainte-Marie de Madagascar : Pervillé, 1841, n° 834 (hb. Mus. Paris); Madagascar (hb. Schimper, sub *Leptotricho leptorhyncho* Sch.).

Cette Mousse ressemble beaucoup par le port à certaines espèces du genre *Leptotrichum*, mais par ses dents péristomiales fendues au-dessus du milieu elle se rapporte bien certainement au genre *Dicranella ;* elle s'éloigne du *D. borbonica*, par sa capsule plus grêle et plus courte, par les feuilles caulinaires plus solidement nervées, sensiblement atténuées, et par les feuilles périchétiales à base beaucoup plus allongée.

Gen. IV. — TREMATODON Rich.

1. *T. paradoxus* Hsch.; C. Müll., *Syn.*, I, p. 456.

La Réunion : G. de l'Isle, associé au *Garckea Bescherellei*. Cap de Bonne-Espérance.

2. *T. borbonicus* Besch. — Monoicus. Habitu *T. longicolli* similis, laxe cespitosus. Caulis humilis, sæpe breviter ramosus. Folia e lutescente viridia, crispatula, infima minora lanceolata, superiora ovato-lanceolata vel ovata, subito in cuspidem longam arcuatam attenuata, integerrima vel tantum apice obtuso cellulis paucis radiantibus prominentibus denticulata;

cellulis quadratis incrassatis, inferioribus oblongo-hexago nis mollibus, costa late deplanata canaliculata sub summo evanida. Capsula in pedicello perlongo stramineo lævi flexuoso ovato-cylindrica, cernua, collo tereti ipsa fere duplo longiore ornata, late annulata. Operculum longum subulatum recte vel oblique rostratum. Peristomii dentes fusci, longi, in cruribus duobus fere æqualibus adhærentibus vel tantum ad articulationes cohærentibus fissi.

La Réunion : Gaudichaud, *Voyage de la Bonite* (in hb. Mus. Par.); Richard, Frappier (*ib.*); G. de l'Isle.

Se rapproche beaucoup du *T. longicollis* Mich., mais s'en éloigne par ses feuilles obtuses à cellules apicales saillantes, disposées en éventail, à cellules basilaires, molles oblongues-hexagones, et par son péristome à dents plus courtes divisées en deux parties presque égales et soudées seulement aux articulations.

3. *T. subambiguus* Besch. — *T. ambiguo* similis sed gracilior, fuscescens. Folia augustiora, inferiora squarrosa patentia apice obtusiuscula subdentata, perichætialia majora longe ovato-lanceolata concava. Capsula subcernua, collo arcuato vel longiore, late annulata. Peristomii dentes fusci, in cruribus gracilibus ad articulationes et apicem adhærentibus.

La Réunion (hb. Mus. Par.).

Diffère du *T. divaricatus* Sch. par les dents péristomiales, qui ne sont point *perfecte bifidi*, comme l'indique la courte diagnose donnée dans le *Bryologia europæa*.

4. *T. pallidens* C. Müll., in *Linn.*, XL.

Comores : Anjouan, mai 1850, Boivin; Hildebrandt, 1875, n° 1812.

Nossi-bé, à Hellville, Marie, septembre 1879.

5. *T. Hildebrandtii* C. Müll., *l. c.*

Comores : Anjouan, 1875, Hildebrandt, n° 1812 (ex parte).

Gen. V. — SYMBLEPHARIS Mont.

S. (?) *circinata* Besch. — Cespites latissimi, mollissimi, 1-2-unciales, virides vel ætate viridi-lutescentes. Caulis

fragilis, flexuosus, ramosus. Folia madida erecto-patentia flexuosa, sicca crispata circinata, e basi vaginante submembranacea breviter obovata, erecta, e cellulis hyalinis rectangularibus areolata, subito recurva, longissime lanceolata, angusta, cuspidata, marginibus integerrimis subtiliter papillosis, costa flavida firma excedente; cellulis mediis elongate quadratis haud incrassatis, ceteris angulate quadratis papillosis dense chlorophyllosis.

La Réunion : plaine des Cafres, G. de l'Isle ; Lépervanche, 1876.

Grande Comore : Boivin, associé à *Anœctangium rhaphidostegium*.

Espèce inconnue en fructification et qui paraît très voisine du *S. Chrismari* du Mexique.

Gen. VI. — DICRANUM Hedw.

1. *D. dichotomum* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 401; C. Müll., *Syn.*, I, p. 362; *D. Boryanum* Sch., ms. in herb. Cosson.

La Réunion : plaine des Chicots, Bory (in herb. Cosson); Richard; Frappier; plaine des Fougères, sur la terre, Lépervanche, 1839 (in hb. Thuret); Petit bras de Caverne et plaine des Cafres, G. de l'Isle, nos 207 et 404; sommet du Brûlé de Saint-Denis, Mlle Berthe Lépervanche; sommet de la Rivière des Roches, près de Saint-Benoît, Paul Lépervanche, 1877.

2. *D. scopareolum* C. Müll., *Linn.*, XL, p. 238.

Comores : Anjouan, Hildebrandt, 1875.

Gen. VII. — LEUCOLOMA Brid.

Sect. *Dichelymoidea.*

Caule gracili elongato; foliis erectis patulis, cellulis sublævibus.

1. *L. bifidum* Brid., *Bryol.*, II, p. 218. — *Trichostomum leucoloma* Schwgr., Suppl. II, 1 p., tab. 122. — *Dicranum Commersonianum* C. Müll., *Syn.*, I, p. 353.

La Réunion : sur les troncs d'arbres, COMMERSON (hb. MONTAGNE); RICHARD (hb. Mus. Par.); plaine des Palmistes, rive gauche du bras Panon, G. DE L'ISLE, juillet 1874, avec capsules ; sommet de la Rivière des Roches, Paul LÉPERVANCHE.

Maurice : BORDAS (in herb.).

Madagascar (?) : AUBERT DU PETIT-THOUARS (ex C. MÜLLER).

Var. *orthothecioides* : caulibus congestis flavide rufescentibus, ramis apice subtruncatis, foliis patentioribus.

Maurice : sur la terre, montagne du Pouce, DARNTY, juin 1874, nº 25 (hb. SCHIMPER).

2. *L. dichelymoides* C. Müll., *l. c.*, p. 240.

Comores, Anjouan : HILDEBRANDT, nº 1841.

3. *L. seychellense* Besch. — Dioicum, dense cespitosum pendulum e lutescente viride. Caulis repens, gracilis 2-3-fidus, 10 cent. longus vel major, e basi subdistiche plumose foliosus, ramis cuspidatis demissis. Folia laxa remota, erecto-patentia, apice flexuosa, plana vel ad cuspidem convoluta, e basi lanceolato-subulata, brevia, latissime limbata, integerrima, costa angusta viridiuscula excurrente; cellulis marginalibus numerosissimis elongatis flavescentibus partem latiorem fere occupantibus; cellulis obscure ovatis minutis chlorophyllosis dorso scabris subpapillosis paucis in parte angustiore atque costam versus tantum productis, alaribus magnis planis lutescentibus granulosis. — Cetera?

Seychelles : sur les arbres (G. DE L'ISLE).

Espèce remarquable qui offre un peu le port de l'*Orthothecium rufescens;* diffère des *Leucoloma* des îles voisines par des tiges plus allongées, plus grêles, les feuilles de moitié plus courtes, à marge plus largement membraneuse, très entières, et papilleuses sur le dos comme dans le *L. sinuosum*.

4. *L. cinclidotioides* Besch.— Habitu formis minoribus *Cinclidoti fontinaloidis* simile. Cespites atro-virides, laxe congesti. Caulis uncialis, arcuatus, flexuosus, parce ramosus, basi sæpe subdenudatus, apice comose foliatus. Folia laxe homomalla, subsecunda, nigrescentia, basi auriculata ovata, subito longe

acuminata haud acuta, marginibus e parte angustiore ad summum dentatum involutis, dorso granulosis, limbo inferne latiusculo supra medium obsoleto, costa latiuscula viridiuscula; cellulis alaribus crassis quadratis numerosis obscure tinctis, ceteris chlorophyllosis quadratis.

La Réunion : LÉPERVANCHE, 1876.

5. *L. Lepervanchei* Besch. — Caulis uncialis, gracillimus parce divisus, pallide viridis. Folia remota, sicca squarroso-crispula, ad comam gracilem secunda, madida erecto-patentia, brevia, ovato-lanceolata, breviter cuspidata, convoluta, basi latissime, e medio ad apicem anguste, marginata, cuspide denticulata; cellulis chlorophyllosis superioribus quadratis, inferioribus ovato-quadratis dorso granulosis haud scabris, basilaribus elongate quadratis planis amplis aureis. Archegonia longistylia paraphysibus æquilongis cincta.

La Réunion : sommet de la Rivière des Roches, LÉPERVANCHE, 1877.

Diffère du *L. bifidum* par ses feuilles crispées, plus courtes, à cellules moins scabres sur le dos et à pointe moins allongée, denticulée au sommet.

6. *L. Sanctæ-Mariæ* Besch. — Cespites laxi, rufi, obscuri. Caulis 10–15 centim. longus, remotissime et distiche ramosus, parce ramulosus, interrupte foliosus. Folia brevia, elliptico-lanceolata, breviter acuminata, remota, patentia, sicca flexuosa, apice caulis in comam ovatam brevem erectam congesta, integerrima vel vertice subtiliter serrulata, e basi rotunda auriculata ad medium late limbata; cellulis chlorophyllosis minutissimis opacis granulosis, alaribus flavidis sæpe decoloratis elongate quadratis. Folia perichætialia latius ovata, abrupte setacea, integra, vix limbata, dimidiam capsulam attingentia; archegoniis longistylis. Capsula geminata vel solitaria in pedicello 3-4 millim. longo erecta, ovata vel ovato-cylindrica, badia; operculo breviter conico oblique rostrato. Peristomii dentes fere e basi in duobus cruribus fissi, siccitate in conum producti. Calyptra basi mitræformis plurilobata, apice fusca scabra.

Madagascar : Du Petit-Thouars (hb. Mus. Par.); sur les rameaux, Bernier (hb. Thuret).

Sainte-Marie de Madagascar : sur le tronc des arbres, dans les parties les plus sombres et les plus humides de la forêt de Lafondrou, décembre 1849, Boivin, nº 1580 (hb. Mus. Par.).

Espèce remarquable par ses grandes tiges de couleur rousse, garnies de feuilles étalées et entières. Elle diffère notamment du *L. bifidum* Brid. par son port plus robuste, ses pédicelles capsulaires plus allongés et ses feuilles à oreillettes composées de cellules rectangulaires non disposées en treillage.

7. *L. Thuretii* Besch. — *L. Sanctæ-Mariæ* proximum, dense cespitosum, basi fusco-apice luteo-viride. Caulis fasciculatus, distiche ramosus, uncialis, ramis erectis v. erecto-patentibus acuminatis. Folia caulina remota, prius patentia e medio erecta subcrispata, basi brevi late ovato-lanceolata, apice obtuso serrato involuta, limbo marginali late basi producto, supra medium dissoluto, costa angusta pallida infra apicem evanescente; cellulis alaribus ad margines paucis rectangularibus, costam versus numerosis quadratis magnis crassis fuscis, ceteris teneris dense papillosis obscuris. Folia perichætialia similia sed longius cuspidata, capsulæ collum attingentia. Capsula in pedicello brevi lævi atropurpureo solitaria, globoso-ovata, evacuata subtruncata, nigra; operculo longiusculo apice torto. Peristomii dentes intense usci fere ad basin usque fissi. Calyptra?

Madagascar : Bernier, nº 30 (hb. Thuret).

Très rapproché du *L. Sanctæ-Mariæ*, mais différent par le port, par les feuilles crispulées, dressées, denticulées, obtuses et plus larges à la base, ainsi que par les capsules globuleuses tronquées.

Sect. *Cespitulosa*.

Caule brevissimo cespituloso densifolio; foliis crispatis brevibus obscure viridibus, cellulis valde papillosis.

8. *L. cespitulans* C. Müll., *l. c.*, p. 240.

Comores : Anjouan, Hildebrandt, nº 1819.

9. *L. amblyacron* C. Müll., in herb. Geheeb. — *L. cespitulanti* simile sed paulo majus, laxius cespitulosum, viridissimum. Folia majora, imbricata, ovato-lanceolata, crispula, apice magis obtusa, marginibus superne subtiliter serrulatis, summitate digitato-dentatis, limbo hyalino tantum apicem versus evanido; cellulis minutis dorso scabris, inferioribus ovato-ellipticis, alaribus amplis elongate quadratis numerosis flavidis vel ad margines decoloratis.

Ile Maurice : DE ROBILLARD (hb. GEHEEB).

10. *L. subcespitulans* Besch. — Habitus *L. cespitulantis*, sed laxius foliosum. Folia angustiora flexuosa, viridissima, longe acuminata, haud obtusa, summo acute dentata, limbo hyalino latiore; cellulæ dorso scaberrimæ papillis aduncis impletæ, alares amplæ fuscæ quadratæ.

La Réunion : associé au *L. sinuosum* Brid., LÉPERVANCHE, 1876.

Sect. *Albescentia.*

Caule gracili; foliis brevibus pallide viridibus sæpius imbricatis in uno latere dejectis.

11. *L. sinuosulum* C. Müll., in herb. Geheeb. — Habitu formis minoribus *L. mollis* simile, sed minus, gracilius, pallide viride. Caulis breviter ramosus, interrupte foliosus. Folia imbricata, secunda, flexuosa, ad comam falcata, nitentia, lanceolata, integerrima, tantum apice denticulata, dorso scaberrima, marginibus sinuosis e medio ad apicem angustissime, infra medium latiuscule et hyaline limbatis; cellulis superioribus quadratis papillosis, inferioribus elongatis chlorophyllosis, alaribus amplis elongate quadratis curvatis fuscis, ad margines hyalinis.

Maurice : DE ROBILLARD (hb. GEHEEB).

12. *L. secundifolium* Besch. — Dioicum, dense cespitosum, condensatum, lutescens. Caulis uncialis vel minor, dicranoideus parce ramosus. Folia e basi infima erecta convoluta maxime auriculata elongate lanceolata, arcuato-falcata, valde secunda, apice et dorso serrulata, e medio ad apicem anguste margi-

nata, ad basin supra auriculas latissime limbata, auriculis valde prominentibus e cellulis ventricosis aureo-fuscis prææditis; cellulis chlorophyllosis plus minus ovato-quadratis dorso papillosis.

Iles Seychelles : Mahé, G. DE L'ISLE, 1874.

Très différent des autres espèces de *Leucoloma* des îles australes de l'Afrique par le port, qui se rapproche de celui du *Dicranum congestum* d'Europe, et par la couleur, qui rappelle celle du *Dicranum albicans*.

13. *L. candidulum* C. Müll., in herb. Geheeb. — Cespites densi, albescentes, subnitidi. Caulis dense foliosus, uncialis, parce ramosus. Folia congesta, erecta, curvata, apice secunda, flexuosa, anguste lanceolata, elongate elliptica, acute acuminata, marginibus sinuosulis apice serrulatis, limbo inferne latiusculo, versus apicem angusto sed conspicuo; cellulis chlorophyllosis dorso scabris, inferioribus elongatis, alaribus magnis quadratis fuscis.

Maurice : DE ROBILLARD (hb. GEHEEB).

Très voisin du *L. sinuosulum*, mais différent par ses feuilles étroites à marge hyaline plus large et à oreillettes moins saillantes, composées d'un plus petit nombre de cellules.

14. *L. chrysobasilare* C. Müll., *l. c.*, p. 238.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT, n°s 1840, 1842 et 1846.

Var. β *gracilicaulon*, caulis gracilior erectior, foliis brevioribus crispatulis, capsula immersa brevissime pedunculata recta minuta ovata, operculo recte conico brevi.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT, n° 1838.

15. *L. persecundum* C. Müll., in herb. Geheeb. — Dioicum, cespitosum, albide viride. Caulis mollis, gracilis, secundifolius, apice aduncus. Folia basi anguste ovata, elongate lanceolata, sicca in uno latere dejecta falcata, e medio flexuosa torquata, brevia, cuspidata, haud setacea, apice serrata, margine anguste limbata, limbo infra apicem continuo; cellulis superioribus quadratis valde chlorophyllosis dorso papillosis,

papillis aduncis, cellulis mediis ovatis ellipticisve, basilaribus numerosis quadratis aureo-fuscis sæpe decoloratis.

Maurice : DE ROBILLARD (hb. GEHEEB).

Voisin par le port du *L. secundifolium*, mais s'en éloigne suffisamment par ses feuilles plus courtes non auriculées à la base et bordées d'un *margo* hyalin très étroit.

Sect. *Dicranoidea.*

Caule robusto ; foliis dicranoideis longissime setaceis rufulis vel rufo-viridibus late auriculatis.

16. *L. sinuosum* Brid., in *Bryol. univ.*, I, p. 427. — *Dicranum sinuosum* C. Müll., *Syn.*, I, p. 354 (ex parte). — Cespites compacti, inferne rufescentes, superne obscure virides. Caulis brevis, vix uncialis. Folia apicalia adunca, caulina dense conferta falcata e medio convoluta ovato-lanceolata longissime cuspidata, subula apice serrulata, dorso sublævia vel granulosa, margine angustissime medio latius limbata, costa angusta excurrente ; cellulis chlorophyllosis, basilaribus longioribus subellipticis flavescentibus, alaribus numerosis quadratis vel subventricosis fuscis, inferioribus sæpe decoloratis. Capsula in pedicello 2 centim. longo terminalis, cylindrica ; operculo rectirostri fere capsulam in longitudine æquante.

La Réunion : BORY DE SAINT-VINCENT (in herb. COSSON, sub *Campylopodo setaceo* Sch.) ; Salazie, LÉPERVANCHE, 1839 ; RICHARD ; FRAPPIER (hb. Mus. Par.) ; plaine des Cafres, n° 12 (hb. THURET) ; G. DE L'ISLE, c. fr. ; sommet de la Rivière des Roches, P. LÉPERVANCHE, 1879.

Maurice : DUISABO (hb. MONTAGNE), DE ROBILLARD (hb. DUBY).

Var. *setifolium*, elatius, gracilius, pallide viride, folia erecta flexuosa valde longiora longissime setacea.

La Réunion : sommet de la Rivière des Roches, P. LÉPERVANCHE.

17. *L. fuscifolium* Besch. — Cespites densissimi, compacti,

intricati, obscure fusco-virides. Caulis vix uncialis, fasciculato-ramosus. Folia dense imbricata apice caulis in comam gracilem erectam subito geniculato-aduncam congesta, ovato-lanceolata, falcata, basi latiora auriculata, sensim setacea, marginibus tantum medio angustissime limbatis, in parte angustiore serrulata ; cellulis chlorophyllosis quadratis sublævibus, inferioribus dicranoideis, alaribus magnis quadratis, crassissimis, aureo-fuscis, ad margines oblongis decoloratis.

La Réunion : Bory (hb. Cosson, sub *Campylopodo setaceo* Sch. et *Dicrano sinuoso* Brid.); Frappier (hb Mus. Par.).

Se distingue du *L. sinuosum* par sa tige d'un vert sombre, ses feuilles plus larges, serrulées, moins longuement sétacées et à marge hyaline très étroite depuis le milieu jusque vers le sommet.

18. *L. Dubyanum* Besch. — Dioicum, dense lateque cespitosum. Caulis uncialis, adscendens, robustus, fasciculato-ramosus, densifolius, e fuscescente viridis. Folia erecta, basi latiora ovata, lanceolata, late subulata, e parte angustiore ad apicem remote denticulata haud vel vix marginata, medio anguste limbata ; cellulis ellipticis dorso granulosis, angularibus ventricosis paucis sed basin totam fere occupantibus.

Maurice. : Mme Lecoultre (hb. Duby).

Diffère du *L. sinuosum* par des tiges moins longues, plus rameuses, des feuilles plus courtes et plus larges, dentées depuis la partie rétrécie jusqu'au sommet et garnies à la base de deux séries de grandes cellules vésiculeuses.

19. *L. Boivinianum* Besch. — Dioicum. Cespites dicranoidei, congesti sed laxi, fuscescentes. Caulis ramosus, basi tomentosus. Folia caulina e basi latiuscula, erecto-patentia, lanceolata subulata, apice flexuosa subcirrosa, sæpe secundo-arcuata, tantum acumine parce serrulata, margine anguste albo-hyalino, costa excurrente angusta læviuscula ; cellulis e medio ad apicem quadratis chlorophyllosis basilaribus elongatis favidulis, alaribus quadratis valde latioribus fuscis. Folia perichætialia secunda falcata longissima, longe vaginantia, intima convoluta

abrupte subulata tenuicostata apice serrulata. Planta mascula gracilior, perigoniis infra innovationem glomeratis, antheridiis paraphysibusque flavidis longis numerosis, foliis basi late ovatis abrupte subulatis costatis. Capsula in pedicello 25 millim. longo rigido fusco cylindrica, recta, 3 millim. longa, atro-rubens; operculo conico rectirostri subulato. Peristomii dentes angusti fusci, e basi in cruribus longissimis ad articulationes nodosis divisi. Calyptra 4 millim. longa latere fissa, basi integra, apice scabriuscula fusca.

Comores : Anjouan, Boivin, mai 1850 (hb. Mus. Par.)

Sect. *Prionodontoidea.*

20. *L. Prionodon* Besch. — Dioicum. Caulis repens, basi fasciculato-ramosus, ramis 6-15 centim. longis erectis rigidis robustis apice decumbentibus firmis plerumque simplicibus interdum apice furcatis crassis rufo-lutescentibus. Folia madida patentia, sicca erecto-patentia flexuosa, basi late vaginantia, lanceolata, sensim acute acuminata, costa continua, margine late et flavide limbato, inferne et superne dentato, medio ciliolis furcatis vel palmatis serrato; cellulis quadratis ovatisve incrassatis, inferioribus elongatis flavidis parietibus interruptis dicranoideis, alaribus haud diversis. Cetera desunt.

La Réunion : Commerson (hb. Mus. Par.).

Maurice : sur les arbres, bois de la Réunion, près de Curepipe, 21 mars 1877, Darnty, n° 26 (hb. Schimper).

Mousse remarquable par son port, qui rappelle celui des *Prionodon* et des *Jägerina* par ses feuilles limbées comme celles des *Leucoloma,* mais dentées comme celles de certains *Syrrhopodon.* Est-ce le type d'un genre nouveau?

Sedis incertæ.

21. *L. thraustum* Hpe, *Linn.*, XXXVIII, p. 209, sub *Dicrano.*

Madagascar : Alamazantraskoven, Borchgrevink.

Gen. VIII. — CAMPYLOPUS Brid.

1	Folia epilifera sect. ATRICHIA	2
	— pilifera sect. TRICHOPHYLLA	12
2	Folia comalia secunda	*C. interruptulus.*
	— erecta, rigida	*C. Boryanus.*
	— erecta vel patentia, flexuosa	3
3	Costa angusta	*C. dolosus.*
	— lata et latissima	4
4	Cellulis alaribus inconspicuis	5
	— conspicuis	6
5	Folia caulina integerrima, perichætialia patula	*C. nivalis.*
	Folia caulina denticulata, perichætialia convoluta	*C. Boivinianus.*
6	Calyptra basi nuda	7
	— fimbriata vel ignota	8
7	Folia caulina longe setacea, serrata, dorso lævia	*C. pallescens.*
	Folia caulina brevia, acuminata, dentata, dorso scabra	*C. Hildebrandtii.*
8	Folia integra: dorso lævia	*C. Matarensis.*
	Folia integra: dorso rugosa	*C. virescens.*
	Folia denticulata vel serrata	9
9	Folia denticulata	10
	— obsolete denticulata	*C. arcuatus.*
10	Folia nitida, lata	*C. Echernieri.*
	— obtusa, angustissima	*C. brachymastix.*
	— serrata	11
11	Costa dorso valde rugosa, strato superiore (in sectione) cellularum hyalinarum formata	*C. Robillardi.*
	Dorso vix rugoso	*C. capitiflorus.*
	— lævi	*C. Madegassus.*
12	Folii pilum reflexum	*C. aureo-nitens.*
	— erectum	13
13	Costa dorso lævi	14
	— lamellosa	15
14	Cellulæ alares conspicuæ	*C. crateris.*
	— ceteris similes	*C. ripicolus.*
15	Folia basi auriculata	*C. chryseolus.*
	— obsolete auriculata	16
16	Folia marginibus involutis	*C. lonchoclados.* *C. Valentini.*
	Folia marginibus planis	*C. Angstrœmii.*

Sect. *Atrichia* : folia apicibus concoloribus.

1° Cellulæ alares inconspicuæ.

1. *C. nivalis* Brid., *Bryol.*, I, p. 477; C. Müll., *Syn.*, I, p. 393.

La Réunion : piton des Neiges, Bory Saint-Vincent. (+)

Nota. — Parmi les nombreux échantillons de *Campylopus* que nous avons eus à notre disposition, nous n'avons pu en rencontrer un seul qui se rapportât au *C. nivalis*, que nous n'avons pas trouvé d'ailleurs dans l'herbier de Bory.

2. *C. Boryanus* Besch. — Cespites dense cohærentes, unciales vel majores, inferne rufi dein viridiusculi, ætate lutescentes. Caulis tomento rufo parce obtectus, ramosus, iterum furcatus, ramis crassis apice in comam angustam elongatam desinentibus. Folia elongata, lanceolata, angusta, rigida, pungentia, integerrima, marginibus fere e basi convolutis, setacea, tantum cuspidis apice bidentata; costa latissima basis 2/3 folii fere occupante dorso lævi, in sectione transversali e serie unica superiore cellularum laxarum inanium magnarum et seriebus duabus inferioribus cellularum obscurarum et minutarum composita; cellulis marginalibus angustis elongatis, ceteris rectangularibus, alaribus latioribus teneris paucis. Folia perichætialia similia sed basi vaginantia et apice minus convoluta. Capsula solitaria in pedicello ob innovationes laterali breviusculo lutescente ovalis, minuta, sicca erecta, inferne vix gibbosula, evacuata haud constricta, sulcata, fusca. Peristomii dentes teneri, eroso-papillosi, hyalini, supra medium fissi. Cetera desunt.

La Réunion : plaine des Chicots, Bory, échantillons avec capsules (hb. Cosson., sub *Dicrano aureo* Bory, et *Campylopodo vulcanico* Brid., et *Dicrano sericeo* Bory); pas de Belcombe, Paul Lépervanche (échantillons d'un beau vert soyeux, mais stériles).

Se rapproche beaucoup du *C. nivalis* Brid., que nous n'avons pas vu dans les collections que nous avons eues sous les yeux; mais, d'après la

diagnose donnée par Bridel et par M. Ch Müller, notre Mousse en diffère par les feuilles caulinaires dressées (non *erecto-patentia*, ni *scabra*), par les feuilles périchétiales dressées non étalées, et par le péristome à dents à peine fendues jusqu'au milieu.

3. *C. Boivinianus* Besch. — Dioicus. Cespites compacti, latissimi, fuscescentes. Caulis brevis, semiuncialis, breviter ramosus, tomentosus. Folia caulina brevia, erecto-patentia vel siccitate erecta, comalia erecto-subsecunda longiora, anguste ovato-lanceolata, haud auriculata, marginibus in subulam convolutis denticulatis, costa lata dorso rugosa; cellulis alaribus paucis rectangularibus fuscis, ceteris quadratis. Folia perichætialia longiora, externa breviter ovata abrupte cuspidata angustissime costata, intima longe vaginantia, convoluta, abrupte acuminata cuspidata apice dentata. Capsula in pedicello tortili cygneo lævi ovalis, subregularis, plicata, basi omnino rugulosa, sicca ore subgibbosa, operculo longirostri. Peristomii dentes juniores supra medium in duobus cruribus inæqualibus fissi. Annulus latus complicatus. Calyptra brevis, nitida, basi fimbriata, apice fusca.

Maurice : Boivin, octobre 1849 (hb. Mus. Par.).

Voisin du *C. concolor*, mais différent par les tiges plus courtes et plus robustes, par les feuilles non falciformes, dépourvues d'oreillettes à la base, et par la capsule solitaire régulièrement ovale.

2° Cellulæ alares conspicuæ.

Calyptra nuda.

4. *C. pallescens* Besch. — *C. propinquo* Hpe affinis, sed differt : cauli attenuato, foliis erectis vix flexuosis, capsula haud gibbosa nec strumulosa, calyptra nuda sed breviter lacerata.

La Réunion : Belous, G. de l'Isle, n° 200.

5. *C. Hildebrandtii* C. Müll., in *Linn.*, XL, p. 236.

Comores : Anjouan, Boivin, 1849 (hb. Mus. Par.); Hildebrandt, n° 1839.

6. *C. dolosus* Besch. — Cespites vix unciales, densiusculi,

erecti, graciles, flavescentes. Caulis e basi julaceus filiformis, rufus, sæpe proliferus, superne comose foliosus. Folia caulina erecto-adpressa, remota, comalia numerosa longiora subhomomalla, falcatula, ovata, fere abrupte lanceolato-subulata, subula denticulata, basi auriculata; costa basi vix quartam partem folii et subulam totam occupante; cellulis alaribus amplis vesiculosis purpureis, sequentibus late rectangularibus chlorophyllosis, ceteris quadratis minoribus pellucidis. Folia perichætialia longiora, subconvoluta, vaginantia, longe setacea, denticulata. Capsula in pedicello (juniore) recto semiunciali flavido lævi solitaria vel gemella, curvula. Calyptra longe cucullata lævis, basi albide et longe fimbriata.

La Réunion : sur la terre, plaine de Belous, mars 1875, G. de l'Isle, n° 211.

Échantillons n'offrant que des capsules trop jeunes non encore développées. Cette Mousse se rapproche beaucoup par le port du *C. chrysodictyon* Hpe, de la Nouvelle-Grenade.

β. *Calyptra fimbriata.*

7. *C. madecassus* Besch. — Densissime gregarius, rufescens, uberrime fructificans. Caulis brevis, 1 cent. altus, subsimplex vel infra perichætium innovans. Folia madida patentia v. erecto-patentia, sicca erectiuscula, apice flexuosa vel subfalcata, rufescentia, inferiora breviora anguste ovato-lanceolata, superiora basi magis ovata curvula, omnia auriculata, marginibus dentatis apice involutis; costa latiuscula apice dorso denticulata haud lamellosa (in sectione transversali) e seriebus tribus cellularum æqualium obscurarum composita; cellulis alaribus ventricosis fuscis, mediis rectangularibus, ceteris quadratis. Folia perichætialia intima convoluta, angustius et valde longius costata, laxe reticulata, externa caulinis similia sed latius ovata abrupte cuspidata. Capsula in pedicello arcuato siccitate erecto tortili ovata, irregularis, basi strumosa, evacuata arcuato-cylindrica haud rugulosa sed valde plicata. Calyptra minuta basi fimbriata.

Madagascar : Bernier (herb. Thuret).

Espèce très voisine du *C. flexuosus* d'Europe; en diffère au premier abord par la capsule goîtreuse et par ses feuilles très distinctement denticulées.

8. *C. capitiflorus* Mont., in C. Müll. *Syn.*, II, p. 598.

La Réunion : Richard (hb. Montagne ; hb. Cosson); Frappier (hb. Mus. Par.); sommet de la Rivière des Roches, P. Lépervanche.

Cette Mousse, qui est assez commune à la Réunion, présente différents aspects suivant les localités où elle se trouve. Tantôt elle offre des touffes dressées, lâches, à tiges très grêles de 5-10 cent. de longueur, couvertes d'un léger feutre roussâtre caché sous les feuilles; dans cet état elle est presque toujours stérile, et les capsules ne se rencontrent que sur les tiges de moitié plus courtes. Tantôt les tiges sont entremêlées, rigides, garnies d'un feutre recouvrant presque entièrement les feuilles, et terminées par une forte rosette d'où s'échappent ou de nombreux pédicelles, ou plusieurs innovations semblables à la tige. En dehors de ces caractères rien n'autorise à séparer ces différentes formes.

Var. *pachycomus*. Caulis uncialis, pluries innovans, longe subdenudatus, densius tomentosus, rufus, foliis erectis vel erecto-patentibus sparsis obtectus, apice viridi-lutescens in comam crassam brevem polycarpam productus.

La Réunion : sur les arbres, — Bras Pavé, grande Belous, Hellbourg, plaine des Palmistes, G. de l'Isle, n° 424.

9. *C. Robillardi* Besch. — Dioicus. Caulis elatus, bipollicaris, infra vel inter perichætia 2-3 innovans, lutescens, cylindricus, foliis adpressis et tomento rubro obtectus. Folia comalia numerosa laxissime erecta, longe setacea, e medio ad apicem tridentatum valde serrata, marginibus superne convolutis e costa latissima dorso dentata distinctis; cellulis inferioribus quadratis raro rectangularibus, alaribus laxissimis in ventrem hyalinum vel decoloratum congestis. Cetera ignota.

Maurice : de Robillard (hb. Duby).

Nossi-bé : à Ankiabé, Marie.

Diffère au premier abord du *C. capitiflorus* Mont., par les feuilles plus largement nervées, profondément dentées en scie du milieu au sommet et garnies d'oreillettes rousses très prononcées.

10. *C. Echernieri* Besch. — *Dicranum arcuatum* Brid., *Bryol.*, I, p. 463, et C. Müll., *Syn.*, I, p. 388 (*ex parte*). — Cespites laxe tumidi, juniores stramineo-virides sericei, ætate lutescentes. Caulis erectus, firmus vel flexuosus, 5-15 cent. longus, tomento rufo obtectus, superne furcatus, ramis binis vel ternis longe cuspidatis. Folia remota, erecto-patentia, heteromalla, basi lata concava valde auriculata, lanceolata, late subulata, marginibus involutis, fere e medio ad apicem usque denticulata, dorso lævia; costa latissima, in sectione transversaria ex antico strato magnarum vacuarum cellularum et stratis duobus posticis cellularum parvarum incrassatarum composita; cellulis auriculæ numerosis fuscis maxime ventricosis, ceteris minutis.

La Réunion : creux humides et aquatiques de la plaine des Chicots, Bory (herb. Cosson, sub *Dicrano concolori* Hook., et *D. arcuato* Brid.); Saint-Leu, Echernier; plaine des Marsouins, Paul Lépervanche.

Se rapproche beaucoup par le port et par la forme des feuilles du *C. Jamesoni*.

11. *C. matarensis* Besch. — *C. Echernieri* similis, differt caulibus proliferis, foliis subsecundis sæpe arcuatis longioribus, costa angustiore, cellulis suprabasilaribus longioribus sinuosis, supra auriculas latioribus quadratis hyalinis utriculo primordiali repletis.

La Réunion : Cilaos, Matarum, Valentin.

Voisin du *C. arcuatus* Brid., mais différent par les cellules sinueuses, beaucoup plus longues à la base.

12. *C. longifolius* Sch. mss. — *Dicranum arcuatum* Brid., *Bryol.*, I, p. 463, et C. Müll., *Syn.*, I, p. 368 (*ex parte*). — Dense cespitosus, flexuosus, inferne rufus et dense tomentosus, superne lutescens. Caulis furcatus, longe cuspidatus. Folia longa, erecto-patentia, superiora conferta erecta, basi anguste lanceolata, subulata, subintegra vel summo parce dentata, dorso scabra, marginibus tantum apice involutis, costa latius-

cula ; cellulis alaribus numerosis fuscis rectangularibus haud ventricosis, ceteris minoribus elongatis vel quadratis. Cetera ignota.

La Réunion : plaine des Chicots, BORY (in hb. COSSON).

L'échantillon de Bory, récolté au piton des Neiges, entre les touffes de *Cenomyce*, comprend le *Campylopus arcuatus* Brid. et le *C. Echernieri* Nob.; la plaine des Chicots a en outre offert les deux espèces réunies dans la même touffe, de sorte qu'il est assez difficile de savoir à laquelle de ces deux espèces se rapporte le *C. arcuatus* Brid. C'est pour cette raison que nous conservons à cette dernière le nom de *C. longifolius* que M. Schimper lui a imposé dans l'herbier de M. Cosson.

13. *C. virescens* Besch. — Caulis erectus, semiuncialis vel uncialis, simplex, flexuosus, apice cuspidato breviter innovans, basi rufus superne virescens, tomentosus. Folia remota, heteromalla, flexuosa, ovato-lanceolata, basi auriculata, marginibus e medio convolutis, integerrima, tantum summo paucissime serrata ; costa lata apice in dentem geminatum producta, dorso leviter lamellosa, inferne lævi, secundum sectionem transversariam, ad medium folii seriebus tribus cellularum tenellarum opacarum, ad basin serie antica cellularum majorum vacuarum composita ; cellulis quadratis chlorophyllosis, alaribus subventricosis fuscis.

La Réunion : Saint-Leu, Tamarins, VALENTIN.

14. *C. brachymastyx* C. Müll. in herb. — *C. virescenti* habitu simillimus sed gracilior, foliis minoribus et brevioribus.

Maurice : ROBILLARD (in herb. GEHEEB).

15. *C. interruptulus* C. Müll. in herb. — Dioicus, laxe cespitosus. Caulis gracilis, tomentosus, brevis, ex apice iterum innovans. Folia caulina parva angustissima, comalia rosulata patentia humore falcata subauriculata, marginibus ad apicem denticulatum involutis, costa lata ; cellulis alaribus paucis majoribus laxe quadratis crassis fuscis, ceteris rectangularibus. Cetera ?

Maurice : ROBILLARD (in herb. C. MÜLLER).

Sect. *Trichophyllus*.

16. *C. chryseolus* C. Müll. in herb. — Dense cespitosus, erectus, aureo-fuscus. Caulis brevis, apice comosus breviramosus, tomentosus. Folia adpressa, lanceolata, acuta, marginibus apice involutis infra pilum serratis, costa latissima in pilum rigidum canescentem parce serratum desinente, dorso lamellosa; cellulis alaribus majoribus subventricosis numerosis fuscis, marginalibus e basi ad medium usque flavidulis rectangularibus, ceteris opacis plus minus oblique quadratis minutis. Folia perichætialia intima convoluta in cylindrum producta, apice serrulata, laxe areolata. Capsula singularis vel geminata in pedicello cygneo lævi ovalis, sicca erecta lævis basi verrucosa, ætate nigra. Peristomii dentes longi medio in cruribus punctulatis rufis remote trabeculatis fissi. Calyptra ?

Grande Comore : mai 1850, Boivin (in herb. Mus. Par.).

17. *C. Valentini* Besch. — *C. polytrichoideo* affinis. Caulis inferne atratus, superne pallide viridis, breviter et parce ramosus, semiuncialis. Folia erecta, ovato-lanceolata, subauriculata, pilo in foliis inferioribus divaricato superioribus erecto canescente serrato, marginibus apice involutis, costa latissima dorso valde lamelloso serrato; cellulis alaribus subventricosis v. laxe rectangularibus mollibus decoloratis, superioribus ovatis incrassatis obliquis parietibus pellucidis ad costam descendentibus, marginalibus membranaceis hyalinis angustis elongatis totam basin occupantibus, ad medium usque evanescentibus; reticulatio (in sectione transversaria) e 3-4 stratis cellularum composita, strato dorsali valde lamelloso, ventrali e cellulis paulum latioribus inanibus formato.

La Réunion : Cilaos, hauts de Matarum, Valentin.

Cette Mousse se rapproche du *C. aureo-nitens* C. Müll., mais elle en diffère au premier abord par ses touffes rigides à poils dressés ou divariqués, mais jamais réfléchis; elle s'éloigne du *C. polytrichoides* de Not. par ses feuilles à nervure dentée sur le dos et composée de 2-3 séries inférieures de cellules petites, opaques, chlorophylleuses, et d'une série

supérieure de cellules larges, hyalines et vides. Le *C. Angstrœmii* C. Müll. (in herb.) et le *C. lonchoclados* C. M. (in *Musc.* Robill.) de Maurice ne paraissent pas différer de notre Mousse.

18. *C. aureo-nitens* C. Müll., *Syn.*, I, p. 406.

La Réunion (hb. Bridel, ex C. Müller).

19. *C. Angstrœmii* C. Müll. ms., *C. aureo-nitens* Angstr. (*non* Müll.) in *Ofvers. af K. Vet. Akad. Förh.*, 1873, p. 43. — *C. Valentini* similis, sed robustior, fusco-viridis glaucus. Folia magis comosa, apice plana, haud involuta, pilo divaricato, cellulis alaribus mollibus majoribus hyalinis.

Maurice : Andersson (in herb. Angström.).

20. *C. lonchoclados* C. Müll. in *Musc.* Robill.[1] — Planta mascula tantum nota, cespites densissimos late extensos ferrugineos efficiens. Caulis uncialis, robustus, tomentosus, innovationibus gracilibus longis ramosus. Folia erecto-patentia, basi longa, marginibus subito involutis, costa latissima dorso valde lamelloso in pilum longissimum incanum divaricatum serratum producta; folia comalia rosulata gemmas masculas numerosas includentia. Folia perigonialia externa late ovata concava laxius reticulata colorata. Perigonia propria gemmacea ovata foliis muticis brevissimis.

Maurice : sur les rochers, où il forme de larges plaques de plusieurs mètres de longueur (Robillard, in herb. Duby et Geheeb).

21. *C. ripicolus* Besch. — Elatus uncialis vel major, nigrescens, apice aureo-nitens, prolifer. Folia erecto-patentia, basi angusta, haud auriculata, costa lata dorso lævi in pilum erectum longum serratum vel parce denticulatum fuscidulum vel hyalinum sæpe caducum producta; cellulis basilaribus majoribus mollibus ovatis, marginalibus angustis rectangularibus, ceteris ovatis opacis, ad medium echlorophyllosis sed plus minus obscuris, costa (in sectione transversaria) e tribus stratis cellularum formata, strato superiore cellularum vacuarum composito.

La Réunion : sur les pierres des ruisseaux de la plaine des Fougères, LÉPERVANCHE, 1839 (in herb. THURET); pas de Belcombe, 1877, PAUL LÉPERVANCHE.

Diffère du *C. crateris* par les feuilles non auriculées, à poils roussâtres et par la nervure composée d'une série supérieure de cellules vides.

22. *C. crateris* Besch. — Dioicus, habitu *C. Valentini* similis. Cespites laxi, nigrescentes, apice lutescentes, nitidi. Caulis parce ramosus, gracilis, uncialis, ramis gracilibus. Folia angustiora e basi paulo auriculata involuta, subconvoluta; cellulis alaribus crassis subventricosis fuscis, marginalibus paucis membranaceis, supra-alaribus dicranoideis sinuosis, ceteris ellipticis angustis; costa lata dorso lævi (in sectione), e strato medio cellularum minutarum vacuarum composita.

La Réunion : cratère Commerson, associé au *Bartramia vulcanica*, PAUL LÉPERVANCHE, 1877.

Diffère au premier abord des *C. Angstræmii* et *C. Valentini* par ses euilles auriculées et lisses sur le dos.

Gen. IX. — HOLOMITRIUM Brid.

1. *H. vaginatum* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 227; Hook., in *Musc. exot.*, t. 64, sub *Trichostomo*; C. Müll., *Syn.*, I, p. 351, sub *Holomitrio*. — Cespites late et dense extensi, rigidi. Caulis basi tomentosus brevi-ramosus. Folia caulina dense imbricata sicca cirrosa, e basi breviora amplexicaulia, late lanceolata, apice cucullata, brevia, integerrima, costa latiuscula inferne sæpe indistincta, in apiculum latum reflexum continua; cellulis quadrato-rotundis dense chlorophyllosis, basilaribus longioribus obscuris rectangularibus. Perichætia longe cylindrica pedicelli tertiam partem vix attingentia, foliis convolutis sensim laxe attenuatis integerrimis. Capsula in pedicello unciali ovalis vel cylindrica, erecta, ore contracta; operculo recto longirostri. Peristomii dentes breviusculi.

La Réunion : BOIVIN; Salazie, 1839, LÉPERVANCHE (hb. THURET!); FRAPPIER; G. DE L'ISLE.

Maurice : montagne de la Rivière Noire, BOIVIN (hb. Mus. Par.); de ROBILLARD (herb. DUBY).

Se trouve également à Taïti.

Forma *cucullata :* Planta atro-viridis, folia concava apice valde cucullata.

La Réunion : Roche-Plat, cirque de la rivière des Galets, VALENTIN, 1876.

Var. *obtusifolium :* Caule breviore, apice obtuso, sæpe flagellis filiformibus ramoso, foliis obtusis cucullatis.

Madagascar : ROSAS, 1875, stérile (in hb. KIÆR).

2. *H. borbonicum* Hpe (in herb.); *H. vaginatum* Brid. (*ex parte*). — *H. vaginato* simile, sed elatius. Caulis semiuncialis inferne tomentosus. Folia caulina cirrosa duplo longiora, basi amplexante ovato-lanceolata vel elongate lanceolato-cuspidata, integerrima, marginibus involutis, costa latiuscula in apiculum planum producta; cellulis mediis quadrato-rotundis chlorophyllosis, inferioribus in parte vaginante elongatis opacis parietibus sinuosis inconspicuis, ad angulos latioribus quadratis fuscis vel decoloratis. Perichætia cylindrica longe exserta foliis convolutis longissime subulatis apice flexuosis capsulam dimidiam plerumque attingentibus. Capsula in pedicello flexuoso 15-20 mill. longo vel ultra ovato-cylindrica ovatave, ore angustata; operculo recto capsula longiore. Peristomii dentes longiusculi.

La Réunion : RICHARD, 1837, n° 575 (hb. Mus. Par.); BOIVIN, 1847 (hb. Mus. Par.); plaine des Palmistes, plaine des Cafres, Sainte-Agathe, G. DE L'ISLE.

Maurice : AUBERT DU PETIT-THOUARS! (hb. mus. Par.).

N. O. de Madagascar : PERVILLÉ 1841! (herb. Mus. Par.).

Cette espèce se distingue au premier abord de l'*H. vaginatum* par ses tiges plus grandes, ses feuilles caulinaires longuement lancéolées et cuspidées, par ses feuilles périchétiales beaucoup plus longues, atteignant souvent le milieu de la capsule; le pédicelle est quelquefois de longueur variable et la capsule présente parfois la forme ovale.

Forma *longiseta :* Cespites altiores et longiores; caulis

uncialis gracilior; capsulæ pedicellus 20-30 mill. longus, folia perichætialia pedicelli partem tertiam haud superantia.

La Réunion : sommet du Brûlé de Saint-Denis, 1876 (Mlle BERTHE LÉPERVANCHE).

3. *H. comorense* C. Müll., *Linn.*, XL, p. 236.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT, 1875, n° 1813.

Trib. II. FISSIDENTACEÆ.

Gen. I. — FISSIDENS Hedw.

α. Folia haud marginata.

Folia longe linealia .... *F. Boryanus.*
Folia elliptica acute acuminata.
  Lamina vera integerrima.
    Folia 15-30 juga .... *F. ovatus.*
    Folia 2-14 juga .... *F. comorensis.*
  Lamina vera scabriuscula .... *F. reflexus.*
Folia elliptica obtuse acuminata.
  Lamina serrulata, cellulis hexagonis .... *F. ellipticus.*
  Lamina integerrima, cellulis quadratis .... *F. Boivinianus.*

β. Folia plus minus marginata.

Laminæ omnes toto ambitu marginatæ.
  Cellulis minimis papillosis .... *F. leucocinctus.*
  Cellulis latis pellucidis .... *F. obsoletidens.*
Lamina vera tantum limbata vel margine laxius reticulata.
  Limbo continuo { margine serrulato .... *F. flavo-limbatus.*
  — subdenticulato .... *F. ferrugineus.*
  — sinuoso sed integro .... *F. nossianus.* }
  Limbo medio evanido { margine serrulato .... *F. Darntyi.*
  margine integro .... *F. madecassus.* }

1. *F. comorensis* C. Müll., in *Linn.*, 1876. — Cespites minuti, lutescentes. Caulis ob innovationes ramosus. Folia humore circinata, siccitate crispula, circiter 14-juga late lanceolata, breviter acuminata integerrima immarginata; costa flavida subexcurrente, lamina vix longe producta truncato-acuminata; cellulis dorso prominentibus minutis obscuris angulate rotundis. Capsula terminalis, obliqua.

Mayotte : sur la terre, Boivin.

Nossi-bé : sur les roches, au pied du Loucoubé, près de l'ancien village de Passandava, janv. 1850, Boivin ; sur la terre à Nossi-Comba et Antourtour, septembre 1879, Marie.

Var. *acuminatus*, nigrescens, folia longius acuminata, lamina vera basi ad marginem laxe reticulata sublimbata.

Nossi-Comba, sept. 1879, Marie.

2. *F. reflexus* Hpe, in *Linn.*, XXXVIII. — « Caulis gracilis, » simplex. Folia firma, immarginata, ob cellulas margine pro- » minentes scabriuscula, inferiora remota breviter ovata apice » reflexa, comalia magis complanata longiora sicca, subse- » cunda oblongo-lanceolata apiculata ; cellulis minimis rotun- » dato-papillosis, lamina vera medium folii superans. Capsula » in pedicello terminali brevi adscendente rubro erecta, » parva, anguste ovata. » (Hampe, *loc. cit.*)

Madagascar : Borgen.

Espèce voisine, d'après l'auteur (*l. c.*), du *Fissidens taxifolius* Hsch.

3. *F. ovatus* (?) Brid., *Bryol. univ.*, II, p. 696 ; C. Müll., *Syn.*, I, p. 70. — Caules simplices e basi fasciculati vel parce ramosi, siccitate introrsum convoluti, fuscescentes, madore planiusculi, frondem subovatam simulantes. Folia 15-30-juga, longe linearia, angusta, parallela, tantum in superioribus versus apicem divergentia, acuminata, sicca inflexa, costa pallida superne flexuosa infra apicem evanida, immarginata, integerrima vel summo subtiliter denticulata ; lamina vera ad 2/3 folii producta, lamina dorsali basi ob cellulas prominentes crenulata rotunda ; cellulis omnibus angulate rotundis minutis, tantum in lamina vera costam versus oblatis majoribus crasse limitatis. Cetera desunt.

La Réunion : sur les pierres humides, dans le lit des ruisseaux, Lépervanche (hb. Thuret).

Cette Mousse paraît devoir être rapportée au *F. ovatus* de Bridel.

Var. *planifolius*, fronde 1/2 cent. longa lata ovata breviter

stipitata, foliis linearibus viridibus siccitate planis integris vel apice subdenticulatis.

Nossi-bé : Antourtour et Nossi-Comba, Marie, 1879 (pl. femelle, mais stérile).

4. *F. ellipticus* Besch. — Dioicus? Caulis gracilis plerumque simplex, albo-virens vel glauco-viridis. Folia remota, sicca vix contracta, breviter elliptica, obtusa v. latissime acuminata, margine omnino serrulata, lamina dorsali basi valde serrulata rotundata, lamina apicali obtusissima, costa apicem versus flexuosa lata; cellulis hexagonis subpapillosis dorso valde prominentibus. Cetera desunt.

La Réunion : plaine des Palmistes, G. de l'Isle, n° 293 (*ex parte*).

5. *F. Boivinianus* Besch. — Dioicus. Caulis elatus, rigidus, rufescens, semiuncialis, parce ramosus. Folia sicca erecta crassa apice torta, madida arcuata, acinaciformia, late obtusa, in apice caulis gemmam efformantia, immarginata, lamina vera integerrima, basi breviore, ultra medium producta, cellulis quadratis ampliusculis lævibus areolata; lamina dorsali costa breviore defluente erosula; lamina apicali obtusa omnino eroso-serrulata, cellulis rotundis grossis dorso prominentibus, costa lata infra apicem evanida.

Grande Comore : Boivin.

Var. *longifolius*, caule longiore unciali vel ultra, apice furcata, foliis siccitate circinatis longioribus difficile emollientibus.

La Réunion : Lépervanche, 1839 (in hb. Thuret).

6. *F. Boryanus* Besch. — Dioicus? Cespites laxi, pallide ferruginei. Caulis uncialis, simplex, apice frondem plumosam ellipticam cuspidatam rigidam simulans. Folia caulina multijuga, longe linealia, integerrima haud limbata, lamina vera ad 2/3 folii producta, lamina dorsali angustissima costæ ad basin enata, lamina apicali angusta obtusa cellulis laxis amplis hexagonis pellucidis. Flores feminei terminales foliis basi breviter

ovatis concavis latioribus, lamina apicali longiore ultra 2/3 folii producta, lamina dorsali vix infra laminam veram descendente; archegoniis paucis. Cetera desunt.

La Réunion : Bory (in hb. Thuret).

Diffère du *F. linealis* Br. Europ., dont il se rapproche beaucoup, par les ailes apicales des feuilles qui atteignent à peine le tiers de la feuille proprement dite et par l'aile dorsale qui naît à la base de la nervure.

7. *F. leucocinctus* Hpe, in *Linn.*, XXXVIII.

Madagascar : Borgen.

8. *F. obsoletidens* C. Müll. in litt. — Monoicus? pusillus, simplex vel parce basi ramosus. Folia 7-8-juga, latiuscula, remota, omnino inæqualiter acuminata, limbata, marginibus sinuosis obsolete dentatis; lamina vera supra medium producta, lamina dorsali basi vix rotundata, sæpe evanescente, costa crassa viridi cum acumine desinente; cellulis latis pellucidis. Capsula in pedicello gracili geniculato erecta vel inclinata, ovalis; operculo subulato breviter rostrato.

Nossi-bé : talus couverts sur les bords de la mer, au-dessus du plateau de Hellville, janvier 1850, Boivin (herb. Mus. Par.); Nossi-bé, Nossi-Comba et Antourtour, sur les pierres, août 1879, Marie.

La marge denticulée des feuilles et les cellules foliaires plus larges distinguent suffisamment cette espèce du *F. rufescens*.

9. *F. flavo-limbatus* Besch. — Dioicus, fusco-viridis, sæpe rufescens vel vinosus. Caulis brevis, simplex, siccitate arcuatus. Folia homomalla, pauca, late oblongo-acuminata; lamina vera alte producta tantum e basi ad partem angustiorem limbo flavo marginata; lamina dorsali angusta basi subrotunda, lamina apicali brevi, costa flavida infra apicem evanida. Folia perichætialia linearia breviora, omnino elimbata. Capsula terminalis, erecta, minutula, longe operculata. Calyptra conica infra os capsulæ paulum descendens.

La Réunion : Frappier (in herb. Mus. Par.); plaine des Palmistes, rive gauche du bras Piton, 10 juillet 1877, G. de l'Isle;

sur les rochers humides du bras Pavé, grande Belous, G. DE L'ISLE, n° 415.

Très voisin par le port du *F. rufescens* du Cap; mais l'absence de limbe marginal aux lames dorsale et apicale de la feuille ne permet pas de confondre ces deux espèces.

Le *F. madecassus* Sch., dont nous n'avons pas vu d'exemplaires dans les collections de Pervillé, semble se rapprocher beaucoup de notre Mousse par ses feuilles semi-limbées; mais il s'en éloigne, à en juger d'après la diagnose qu'en donne M. C. Müller (*Bot. Zeit.*, 1864), par la forme de ses feuilles périchétiales, par un port plus robuste et par la couleur ferrugineuse des feuilles caulinaires.

10. *F. ferrugineus* C. Müll. in *Bot. Zeit.*, 1864. — « Pusillus » strictus ferrugineus simplex elegans. Folia densissime con- » ferta stricta rigidiuscula 8-10-juga, latiuscula lanceolata » obliquiuscule mucronata, costa ferruginea valida excurrente » percursa, e cellulis minutissimis opacis ternuiter papillosis » areolata, margine ob papillas lævissime serrulata; lamina » dorsalis ad basin nervi subrotundatim vel truncatulo ena- » scens, lamina folii vera toto ambitu limbo valido ferrugineo » subdenticulato marginata. »

Madagascar : associé à *F. madecassus*, PERVILLÉ.

Diffère du *F. madecassus* par la couleur ferrugineuse, les feuilles plus serrées, à lame proprement dite entièrement limbée.

11. *F. nossianus* Besch. — Minutus, flavo-viridis. Caulis simplex. Folia facile madore deplanata, sicca apice incurviuscula, integerrima, lamina vera alte producta limbo lato marginata, lamina apicalis brevis, lamina dorsalis basi rotundata; costa pallida latiuscula sinuosa cum apice sæpe bidentato continua; cellulis omnibus minutissimis opacis. Folia perichætialia similia. Capsula minuta, urceolata, terminalis.

Nossi-bé : Andradroat, mars 1850, BOIVIN; MARIE, févr. 1879.

Se distingue du *F. flavo-limbatus* par ses feuilles distiques à l'état sec, munies d'une nervure terminée au sommet par deux cellules dentiformes

et par ses feuilles condupliquées (*lamina vera*), bordées de 2-3 séries de cellules allongées hyalines. La capsule est en outre urcéolée et plus petite.

12. *F. Darntyi* Sch. in herb. — Dioicus, *F. exili* simillimus. Folia 4-8-juga, laminis omnibus minutissime areolatis haud limbatis, toto ambitu subserrulatis, lamina vera inferne ad medium usque cellulis hyalinis rectangularibus majoribus marginata, lamina apicali acute acuminata, costa pallide viridi ætate fuscescente infra apicem evanida. Flos masculus in planta distincta terminalis. Capsula (vetusta) in pedicello geniculato tenuissimo erecta v. horizontalis, minima. Cetera?

Maurice : sur la terre humide, à Plaisance, mai 1874, Darnty (in herb. Schimper).

Beaucoup plus grêle que le *F. flavo-limbatus* et distinct par la petitesse de ses capsules ; les feuilles proprement dites (*laminæ veræ*) n'offrent pas, comme cette dernière espèce, de limbe distinct et ne présentent que des cellules marginales hyalines irrégulièrement carrées.

13. *F. madecassus* Schpr. ; C. Müll., *Bot. Zeit.*, 1864. — « Dioicus, pusillus simplex viridis. Folia 6-7-juga crispula, » madefacta stricta, anguste lanceolato-acuminata, acuta, mi- » nutissime areolata tenerrime papillosa opaca viridissima, » costa albida validiuscula distinctissima excurrente genuflexa » percursa, integerrima ; lamina folii vera 2/3 folii occupans, » limbo albido in medio laminæ evanido marginata, symme- » trica vel ala unica asymmetrica acuminata ; lamina dorsalis » ad basin nervi subrotundatim enascens ; lamina apicalis » præsertim foliorum superiorum sæpius subfalcato-incurva ; » perichætialia caulinis similia. Capsula in pedicello plan- » tulam parum superante gracillimo ascendente erecta, » parva anguste oblonga aperta vetusta subcylindrica, paullo » inæqualis, operculo e basi cupulata elongate et oblique » rostrato. »

Madagascar : Pervillé.

Gen. — II. CONOMITRIUM Mont.

Sect. *Octodiceras* C. Müll.

1. *C. palmifolium* P. Beauv., in *Prodr.*, p. 76, sub *Mnio;* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 687, sub *Bryo.* — *Conomitrium borbonicum* C. Müll., in *Bot. Zeit.*, 1864. — Caulis fluitans, ramosus, apice gemmaceo haud incrassato nec falcato-foliosus. Folia elongata, angusta laxe reticulata.

La Réunion : Commerson (in herb. Mus. Par.).

Très voisin du *C. capense* par le port, mais différent par les feuilles moins longues et plus larges dans toute la longueur.

Sect. *Reticularia* C. Müll.

2. *C. Mariei* Besch. — Planta dioica, pygmæa, simplex, sterilis 2 mill., cum fructu vix 5 mill. longa, pallide viridis, superne secundifolia. Folia minuta, anguste elliptica, 3-6-juga, in uno latere dejecta, laxissime et flavide areolata, obtuse acuminata, haud chlorophyllosa, elimbata, erosula, costa infra apicem evanida, lamina vera brevis cymbiformis apice truncata, lamina dorsalis basi subrotundata. Capsula in pedicello inferne geniculato 3 mill. longo tenero apice cygneo inclinata, minutissima, operculata oblongo-cylindrica, matura anguste obconica; operculo vix oblique rostrato. Calyptra minutissima, conica, rugulosa, albida. — Planta mascula tenerrima, foliis acutioribus intimis truncatis serrato-ciliatis.

Nossi-bé : sur la terre, forêt de Loucoubé, avril 1879, Marié.

Trib. III. LEUCOBRYACEÆ.

Fam. LEUCOBRYEÆ.

Gen. I. — LEUCOBRYUM Hpe.

1. *L. Boryanum* Besch. — *Dicranum megalophyllum* Brid., *Mant.*, 67. — *Sphagnum javense* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 19

(*ex parte*). — Laxe cespitosum albide virens, ætate fuscescens. Caulis 2-3 uncialis, robustus, curvatus. Folia maxima, secunda, basi dense imbricata longe vaginantia, e medio patula, integerrima, apice acuminata, a basi ad medium latiuscule marginata, margine e cellulis 7-8 longissimis hyalinis valde conspicuis formata, lamina e stratis cellularum æqualium duobus composita. Cetera ignota.

La Réunion : lieux frais de la plaine des Chicots, en touffes épaisses, molles et stériles, BORY (hb. COSSON.) ; FRAPPIER (hb. Mus. Par.); plaine des Fougères, avril 1839, LÉPERVANCHE (hb. THURET).

Espèce très voisine par le port du *L. falcatum* C. Müll. (*Sphagnum javense* Brid.), mais différente par les feuilles lisses, non dentées au sommet. Le *L. giganteum* C. Müll. s'en éloigne également par ses feuilles moins fortes et plus longues, composées, en section transversale, de cellules plus petites.

2. *L. juniperoideum* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 408, sub *Dicrano;* C. Müll., *Syn.*, I, p. 78. — D. *L. glauco* proximum sed habitu juniperoideo, foliis angustioribus subulatis, capsulæ pedicello breviore diversum.

La Réunion : d'après BRIDEL †.

3. *L. Isleanum* Besch. — Habitu *L. candido* simile. Dense cespitosum caulibus brevibus. Folia glauco-viridia, superiora secunda, e stratis cellularum magnarum hyalinarum duobus composita, subtubulosa ob margines e medio involutas, acuminata, margine e basi ad medium usque lato e cellulis 12 angustissimis formato, supra medium ex unica cellula composito. Cetera?

La Réunion : G. DE L'ISLE, an *L. juniperoideum?*

4. *L. Boivinianum* Besch. — Dioicum, dense cespitosum, brevicaule, albide ferrugineum. Caulis fasciculato-ramous, vix uncialis. Folia erecta, rigida, brevia, sicca subrugosa, sub lente nitida, madida dorso lævia, basi angustiore, latiuscule lanceolata, apice acute et crasse acuminata, acumine flavo sæpe

adunco, marginibus angustis integerrimis e medio leviter involutis apice cucullatis, areolatione (in sectione transversa) in margine ultimo ex unico strato, versus margines e 4 stratis, ultra 2 stratis cellularum composita. Cetera ignota.

Sainte-Marie de Madagascar : sur les rochers ombragés de Tarahac (?), janvier 1848, BOIVIN n° 580/2 (hb. Mus. Par.).

5. *L. comorense* C. Müll., *Linn.*, XL, p. 235.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT, 1875, n° 1822.

6. *L. madagassum* Besch. — Cespites condensati albidi, ramis subuncialibus erectis julaceis obtuse acuminatis. Folia lanceolata, e medio ad apicem obtusum involuta, erecto-adpressa, albicantia, integerrima, apicibus haud prominentibus, dorso glabra, lævia ; cellulis marginalibus 6-8 elongatis hyalinis areolata, in sectione transversa e cellularum 4 stratis composita.

Madagascar : ROSAS, 1876 (in herb. KIÆR).

Les feuilles sont, comme celles du *L. comorense*, composées de quatre couches de cellules superposées ; mais les rameaux rigides et les feuilles non mucronées éloignent suffisamment notre Mousse de l'espèce des Comores.

Gen. II. — LEUCOPHANES Brid.

1. *L. Seychellarum* Besch. — Dioicum, dense cespitosum, compactum, inferne fuscescens, superne viridi-albescens. Caulis uncialis vel minor, erectus, ramosus, plus minusve dense foliosus. Folia erecta, lanceolata, concava, carinata, e medio ad apicem obtusum serratum minute denticulata, e duobus stratis cellularum areolata, margine e seriebus tribus cellularum hyalinarum composito. Folia perichætialia intima multo breviora. Capsula in pedicello 5-6 mill. longo terminalis, erecta, oblonga, pallide ferruginea, nitida. Peristomium (vetustum) e 16 dentibus latis ferrugineis granulosis. Cetera desunt.

Iles Seychelles : Mahé, G. DE L'ISLE.

Voisin par le port du *L. octoblepharis*.

2. *L. Hildebrandtii* C. Müll., in *Linn.*, XL, p. 234.

Comores : Anjouan, Hildebrandt, 1875.

Forma *rigida*, caulibus foliisque erectioribus magis rigidis, costis sæpe anomalis. *L. Lepervanchei* Besch. priùs.

La Réunion : sommet de la Rivière des Roches, 1876, Paul Lépervanche.

Maurice : Commerson (in hb. Mus. Par.).

Sainte-Marie de Madagascar : sur le tronc des arbres, dans les ravines couvertes, à Tanambo, avril 1851, Boivin (hb. Mus. Par.).

Très semblable au *L. octoblepharis* de Bornéo ; en diffère cependan par ses feuilles moins longues, aussi larges d'un côté de la nervure que de l'autre, à marge très entière et plus étroite, et à nervure garnie de dents ciliiformes seulement au sommet. Schwægrichen (Suppl. IV, *Syrrhopodon octoblepharis*) et Dozy et Molkenboer (*Musci frondosi*, p. 64) disent que les feuilles ne sont composées que d'une seule couche de cellules ; il y a là une erreur évidente. Une section transversale suffit pour faire reconnaître que les feuilles sont formées de deux étages de cellules très prononcées de la nervure, à la marge, plus petites dans la couche supérieure, et que la marge, très large, est composée d'une seule couche de 5-10 cellules plus petites, suivant que la section est faite à la base ou au-dessus du milieu de la feuille. Dans le *L. Hildebrandtii*, de la Réunion, les deux couches sont presque aussi larges et les cellules marginales sont moins nombreuses.

Gen. III. — OCTOBLEPHARUM Hedw.

O. albidum Hedw. ; C. Müll., *Syn.*, I, p. 86.

La Réunion : G. de l'Isle.

Ile Maurice : Commerson (hb. Mus. Par.) ; sur les arbres pourris, Richard ; montagne de la Rivière Noire, Boivin ; de Robillard (hb. Duby).

Madagascar : Commerson ; sur les rochers ombragés, à Sainte-Marie, Boivin, n° 1579.

Mayotte : Boivin.

Nossi-bé : Boivin ; Nossi-Comba, Loucoubé, Ankiabé, Marie.

Seychelles : G. de l'Isle.

Commun dans la région tropicale de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique.

Trib. IV. LEPTOTRICHACEÆ.

Fam. — I. BRUCHIACEÆ.

Gen. PLEURIDIUM Brid.

P. globiferum Brid., *Bryol.*, II, p. 162; C. Müll., *Syn.*, I, p. 16, sub *Astomo.* « Caulis repens filiformis ramosus, foliis » approximatis, superioribus confertis ovato-lanceolatis acu- » minatis. Capsula globosa subsessilis. » (Brid., *l. c.*)

Maurice : sur la terre nue mouillée, adhérent aux frondes des Lichens crustacés, d'après Bridel †.

Nous n'avons trouvé cette Mousse dans aucune collection.

Fam. II. — CERATODONTEÆ.

Gen. CERATODON Brid.

1. *C. purpureus* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 480; C. Müll., *Syn.*, I, p. 646; Br. et Sch., *Bryol. Europ.*

Var. *brevidens*, foliis apice angustioribus, peristomii dentibus brevioribus remote trabeculatis fere ad basin infimam fissis differt.

Maurice : Ayres (in herb. Schimper).

2. *C. stenocarpus* Br. et Sch., in *Bryol. Europ.;* C. Müll., in *Syn.*, I, p. 647.

La Réunion : du Petit-Thouars.

N. O. de Madagascar : Pervillé (in herb. Mus. Par.).

Échantillons nombreux, mais de détermination incertaine, par suite de la vétusté des capsules.

Fam. III. — LEPTOTRICHEÆ.

Gen. I. — GARCKEA C. Müll.

G. Bescherellei C. Müll. in litt. — Dioica. Cespites laxissimi lutescentes. Caulis brevis 5-10 mill. longus, simplex, fili-

formis rectus remote foliosus. Folia inferiora lanceolata, superiora comantia divaricata majora ovato-lanceolata concaviuscula longe lateque attenuata apice denticulata, costa crassa excurrente; cellulis folii basi ellipticis, ceteris longe hexagonis incrassatis. Folia perichætialia comalibus similia sed latiora, costa obsoleta. Plantæ masculæ femineis mixtæ minores, foliis perigonialibus internis basi concavis convolutis summo in subulam longissimam subdenticulatam productis. Capsula immersa minuta ovato-cylindrica breviter pedicellata, operculo conico recto basi tumido, annulo fugaci composito. Peristomii simplicis dentes 16 lanceolati infra os nascentes basi parce trabeculati fusci, medio perforati, apice connati ut in *G. Trematodonte*, valde papillosi, lutescentes. Calyptra minuta, campanulata tantum operculum obtegens, basi haud fissa e medio ad apicem scaberrima.

La Réunion: G. DE L'ISLE, associé au *Trematodon paradoxus*. Nossi-bé : Loucoubé, Nossi-Comba, août 1879, MARIE.

Le genre *Garckea* ne comprenait jusqu'ici qu'une seule espèce, le *G. phascoides*, qui est particulier à diverses parties de l'Inde, à Java, Sumatra, etc. Elle a été figurée par Hooker dans les *Miscell. bot.*, 1830, I, tab. 21, sous le nom de *Dicranum phascoides*, par Griffith dans les *Icones plantarum asiatic.*, 1849, tab. 79, sous le nom de *Grimmia flexuosa*, et par Dozy et Molkenboer dans les *Musci frondosi novi archipelagi Indici*, 1854, tab. 59, sous le nom de *Grimmia comosa*. Les dessins de Griffith ne permettent guère de reconnaître la plante ; ceux de Dozy et Molkenboer sont meilleurs, mais l'anneau capsulaire et le péristome ne donnent pas une idée exacte de ces organes.

La nouvelle espèce de ce genre que M. Georges de l'Isle a rapportée de l'île de la Réunion croît, comme le *G. phascoides*, associée aux *Trematodon*, et diffère de l'espèce indienne par un port plus grêle, des feuilles concaves, plus larges, à pointe plus courte et denticulée ; la capsule est également plus petite, la coiffe moins scabre, l'opercule plus épais, et le péristome, plus court, offre des dents perforées dans toute la longueur.

Gen. II. — LEPTOTRICHUM Hpe.

L. Boryanum C. Müll., *Syn.*, I, p. 452.

La Réunion : sur la terre, dans les forêts, BORY (hb. COSSON); FRAPPIER (hb. Mus. Par.) ; plaine des Cafres, G. DE L'ISLE.

Maurice : BORY (hb. COSSON).

N. O. de Madagascar : PERVILLÉ (hb. Mus. Par.).

Fam. IV. — DISTICHIACEÆ.

Gen. EUSTICHIA Brid.

E. longirostris Brid., *Mant.*, p. 31, et *Bryol.*, II, p. 195, sub *Pterigynandro;* Brid., *Bryol.*, II, p. 674, sub *Phyllogonio* (*Eustichia*).

Cette Mousse est indiquée par Bridel comme ayant été récoltée à Tristan d'Acunha (*l. c.* p. 195), par M. C. Müller (*Syn.*, I, p. 42) à Madagascar, et par M. Mitten (*Musci austro-americ.*, p. 604) à Tristan et à la Réunion. Nous ne l'avons trouvée dans aucun herbier comme venant de l'une ou de l'autre de ces îles.

Trib. V. DREPANOPHYLLACEÆ.

Gen. DREPANOPHYLLUM Rich.

D. fulvum Rich., in Hook., *Musc. exot.*, II, tab. 145 ; Brid., in *Bryol.*, II, p. 669 ; C. Müll., *Syn.*, I, p. 39.

La Réunion : RICHARD, d'après HOOKER (*l. c.*) †.

Nous n'avons vu cette Mousse, ni dans la collection de Richard, ni dans aucune de celles que nous avons eues sous les yeux. Elle paraît plus spéciale à l'Amérique australe.

Trib. VI. POTTIACEÆ.

Fam. I. — POTTIEÆ.

Gen. HYOPHILA Hpe.

H. Poterii Besch. — Cespites breves, simplices. Folia laxa, sicca subpatentia, parum involuta, oblonga, subspathulata, apice subcrenulato obtusissima rotundave, mucronulata, costa excurrente ; cellulis basilaribus obsolete hexagonis vel quadratis, superioribus minutissimis opacis. Capsula in pedicello breviusculo vix 1 cent. alto contorto anguste cylindrica

vel elliptica, sæpe curvula, gymnostoma, annulata. Calyptra torta cellulis obliquis reticulata.

La Réunion : Potier (in herb. perm. des colonies franç.).

Nossi-bé, Hellville, Nossi-Comba, Marie, 1879.

Se rapproche beaucoup de l'*Hyophila involuta* C. Müll., de Ceylan ; en diffère cependant par ses tiges moins robustes, les pédicelles capsulaires plus courts, et les feuilles moins larges, plus obtuses et à peine involutées.

Fam. II. — TRICHOSTOMEÆ.

Gen. I. — TRICHOSTOMUM Hedw.

Sect. *Eutrichostomum.*

1. *T. Ayresianum* Sch. in herb. — Dioicum, dense lateque cespitosum. Caulis apice viridis, inferne nigrescente fuscescens, ramosus. Folia sicca erecto-crispula, madida erecto-patentia, lanceolato-ligulata, marginibus fere parallelis apice incurvis, dorso subtiliter papillosis, obtuse acuminata mucronata, integerrima, costa pallide viridi tereti sub apice evanida ; cellulis superioribus quadratis minutis papillosis incrassatis, inferioribus rectangularibus, basi infima subhexagonis.

Maurice : Ayres (in herb. Schimper).

Subg. LEPTODONTIUM Hpe.

2. *T. stellatum* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 443, sub *Dicrano* ; C. Müll., *Syn.*, I, p. 579, sub *Trichostomo*.

La Réunion : sur la terre ombragée à la plaine des Chicots, stérile, Bory (hb. Cosson) ; G. de l'Isle.

Très voisin du *T. epunctatum* C. Müll., par la forme et le tissu des feuilles, mais plus robuste ; ses tiges sont plus ramifiées et garnies de feuilles étalées plus longues, flexueuses, non squarreuses, à marge révolutée dès la base et à cellules basilaires fortement papilleuses.

3. *T. epunctatum* C. Müll., *Syn.*, I, p. 579 ; *T. squarrosum* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 498. — *Neckera viticulosoides* P. Beauv. — Planta dense et latissime cespitosa. Caulis erectus flexuosus, dichotome ramosus, innovans, 1-2-uncialis

vel longior, flavidus, radiculosus et rufo-tomentosus. Folia caulina anguste oblongo-lanceolata, squarrosa, carinata, flavida, margine vix revoluto, ultra medium ad apicem usque dentibus papillosis dentatis horride serrata, costa crassa lutescente subcontinua; cellulis minutis rotundis papillosis, inferioribus ovatis, basilaribus pellucidis minute hexagonis lævibus obselete papillosis. Perichætium longe exsertum, nitens foliis longe convolutis membranaceis apice flexuosis lævibus. Capsula in pedicello 15-20 mill. longo flavido siccitate tortili erecta, ætate obliqua, cylindrico-ovata, fuscidula, nitida, ore angusto, operculo subulato capsula dimidio breviore. Calyptra longissima, latere fissa, contorquata, pallide fusca. Peristomii dentes læves, rufescentes.

La Réunion : en touffes épaisses formant des gazons d'un vert gai, plaine des Chicots, Bory (hb. Cosson); Richard, 1837 (hb. Mus. Par.); Boivin, 1847-1852, associé à l'*Orthodon* (hb. Mus. Par.); plaine des Cafres, Belous, G. de l'Isle; la Possession, Cilaos, Saint-Leu, Valentin.

N. O. de Madagascar : Pervillé, 1847-1852, stérile (hb. Mus. Par.).

Gen. II. — BARBULA Hedw.

Subg. TORTULA.

Sect. *Unguiculatæ.*

1. *B. subrevoluta* Hpe, *Linn.*, XXXVIII.

Madagascar : Borgen, n° 6.

Sect. *Tortuosæ.*

2. *B. inclinans* Sch. in herb. — Caulis brevis robustus dense foliosus rufescente-nigricans. Folia erecta apice incurva in rosulam crassam congesta, lanceolata, basi elongata, hyalina, obtuse acuminata, integerrima, dorso papillosa, costa lata rubella cum apice finiente vel in mucronem brevem excedente; cellulis quadratis papillosis, inferioribus ad costam flavidis longe ellipticis, ad margines rectangularibus hyalinis

lævibus. Folia perichætialia valde longiora, convoluta, lutescentia, lævia, longe acuminata, costa tenui continua, cellulis axis sinuosis elongatis utrinque acutis areolata. Capsula in pedicello 25-30 millim. longo rubello tenuissimo flexuoso inclinata, ovata, pro planta minuta, badia, vernicosa. Peristomii dentes laxe contorti.

Maurice : AYRES (in herb. SCHIMPER).

Se rapproche du *B. inclinata* Schgr., mais en diffère au premier abord par la forme de la capsule, qui rappelle celle du *B. gracilis*, par les feuilles caulinaires non crispées et par les feuilles périchétiales plus longues.

Nous avons reçu également de M. Schimper, sous le nom de *Barbula subcernua* Sch., une espèce très voisine du *B. inclinans*, récoltée par M. Ayres à Maurice, et qui n'en diffère que par la capsule un peu moins atténuée à la base et par les innovations garnies de feuilles plus aiguës, plus étroites et beaucoup plus petites.

Subg. SYNTRICHIA.

3. *B. rufa* Sch. in herb. — Dioica? pulvinata, habitu *B. lævipilæ* similis; sed foliis rufis ultra medium revolutis dorso papillosis, costa rubella papillosa apice brevius producta hispida, foliis comalibus longius piliferis, paraphysibus luteis crassis differt.

Maurice : AYRES (herb. SCHIMPER).

L'échantillon assez pauvre que nous avons sous les yeux ne nous permet pas de donner une diagnose plus complète.

Trib. VII. CALYMPERACEÆ.

Fam. I. — CALYMPEREÆ.

Gen. I. — CALYMPERES Sw.

Sect. *Hyophilina*.

1. *C. Isleanum* Besch. — Dioicum, dense cespitosum, gracile, atro-viride. Folia caulina crispata, madida erecto-patentia, e basi erecta, late ovata, suprema concava dilatata obtusa integerrima, dorso minute papillosa; costa lata infra apicem evanescente raro paulum excedente, dilatata, filis septatis obtecta; marginibus haud limbatis; cellulis viridibus papillosis

ad partem basilarem hyalinam versus margines late productis. Folia perichætialia similia sed acutiora. Capsula in pedicello eam æquante ovalis, gymnostoma, exannulata. Calyptra flavide viridis, plicata, apice fuscella, vix scabriuscula.

Seychelles : Praslin, déc. 1875, G. DE L'ISLE.

Nossi-bé, Loucoubé, Nossi-Comba, sur les arbres, MARIE, 1879.

Diffère du *C. Richardi* par ses feuilles entières dès la base, à cellules vertes descendant jusqu'à la base entre les cellules hyalines de la marge.

2. *C. Mariei* Besch.— Habitu *C. Isleano* simile, sed caulibus brevioribus atro-viridibus. Folia ligulata basi latiora abrupte in tertiam partem longitudinis angustata, e cellulis hyalinis numerosioribus, cellulis chlorophyllosis minoribus areolata, margine e basi ad partem folii latiorem, e serie unica cellularum externarum dentiformium oblique insertarum, dein seriebus tribus cellularum angustarum opacarum composito. Capsula et calyptra ut in *C. Isleano*.

Nossi-bé : Hellville, février 1879; forêt de Loucoubé, août 1879, M. MARIE.

3. *C. Nossi-Combæ* Besch. — Caulis gracilis, brevis, pallide viridis. Folia angusta, lanceolata, apice rotundata sæpe anomala, sicca arcuata, madida erecto-patentia, margine interdum revoluta, jam e basi papilloso-denticulata, areolatione a basi ad partem latiorem : 1° e seriebus 3-5 cellularum marginalium minutarum rotundarum flavo-viridium, 2° seriebus 3-4 cellularum sequentium majorum elongatarum angustarum, in costæ lateralis forma supra medium productarum, composita. Cetera ignota.

Nossi-Comba, août 1879, M. MARIE.

4. *C. Hildebrandtii* C. Müll., *Linn.*, XL, p. 246.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT.

5. *C. pachyloma* Hpe, *Linn.*, XL, p. 247.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT.

6. *C. decolorans* C. Müll. in litt. — Dioicum. Cespites densissimi et latissimi, albo-rufescentes. Caulis mollis, semi-uncialis, apice fasciculato-ramosus, primo adspectu ob folia basi longe decolorata submembranaceus. Folia madida erecto-patentia, sicca basi erecta, late vaginantia, apice cirrosa, ovali-elliptica, obtusa, e medio ad partem basis latiorem flavide limbata, irregulariter serrata dentibus ascendentibus, ad basin anguste limbata integra, e medio ad apicem elimbata dentato-serrata, marginibus flexuosis subrevolutis; costa lata dorso papillosa, infra apicem evanescente; cellulis echlorophyllosis medium folii et ultra in longitudine occupantibus; ceteris quadratis papillosis. Capsula in pedicello 5 mill. longo torto erecta, ovato-cylindrica, pallide straminea, ore latiusculo nigro, gymnostoma; operculo breviter conico. Calyptra longe descendens, pedicellum longe obvelens, plicata, plicis apice scabris. Planta mascula femineis intermixta infra perigonium ovatum crasse gemmaceum innovans, foliis caulinis brevius membranaceis; foliis perigonialibus externis valde brevioribus minutis, intimis ovatis flavis acuminatis laxe reticulatis; cellulis apicalibus minutis viridiusculis papillosis; costa cum apice dorso papilloso finiente; antheridiis et paraphysibus paucis.

Mayotte : Boivin, 1847 (hb. Mus. Par.).

7. *C. Sanctæ-Mariæ* Besch. — Dioicum. Cespites pusilli, sordide virides. Folia sicca crispata, linearia, basi breviuscula, ad apicem paulum latiora, integerrima, elimbata; costa excedente superne scabra dilatata sporuligera; cellulis minoribus quadratis dorso granulosis versus marginem longe ad basin descendentibus, cellulis majoribus hyalinis vix paginam mediam versus costam occupantibus. Cetera desunt.

Sainte-Marie de Madagascar : sur le tronc des Manguiers à Louques, avril 1851, Boivin (in herb. Mus. Par.).

Voisin du *C. moluccense* de Bornéo, mais différent au premier abord par les feuilles moins larges, dépourvues d'un limbe distinct et par les tiges beaucoup moins robustes.

Gen. II. — SYRRHOPODON Schwgr.

Sect. *Hyophilidium.*

1. *S. Nossi-beanus* Besch. — Dioicus, elatus, robustus. Caulis dense foliosus, fasciculato-ramosus, fusco-viridis. Folia rigida, adpressa, flexuoso-arcuata, madida erecta haud patula, basi infima breviora, dein latiora, longe ligulata, e medio erosa, apice mucronata, costa lata dorso lævi sub apice dilatato denticulato evanida, limbo lato e cellulis longissimis flavidis composito subplicato ante marginem e basi producto, infra apicem inconspicuo; cellulis marginalibus e basi ad partem angustiorem elongate quadratis hyalinis, dein ad summum minutis angulate rotundis opacis lævibus. Cetera ignota.

Nossi-bé : forêt du Loucoubé, mars 1851, Boivin (hb. Mus. Par.).

Très voisin par le port des *S. Dregei* et *codonoblepharum*, mais en diffère par ses feuilles non dentées, à nervure lisse et garnies d'un limbe intermédiaire entre la marge et la nervure.

2. *S. leptodontioides* Besch. — Dioicus, habitu *Leptodonti Smithii* satis similis. Caulis elongatus repens, apice assurgens, valde tomentosus, fuscus, dense pinnatim ramosus, ramis 2-6 mill. longis gracilibus decrescentibus fusco-viridibus. Folia sicca tortilia, madida erecto-flexuosa, basi lanceolata, late acuta, omnino integerrima, marginibus planis apice in cucullum incurvo-conniventibus, limbo angusto hyalino tantum medio extante; cellulis superioribus quadrato-rotundis opacis subtiliter papillosis, infra medium folii ad basin marginem versus elongatissimis numerosis hyalinis, ad costam quadratis paucis brevibus, parietibus rufulis crasse limitatis; costa valida continua tantum apice obsoleta dorso denticulata.

N. O. de Madagascar : Pervillé, 1841 (in herb. Mus. Par.), associé à *Orthodon borbonicus*.

3. *S. cyrtophyllus* Besch. — Cespites compacte pulvinati, ferruginei, valde rufo-tomentosi, 3-5 cent. alti, dichotome vel fastigiato-ramosi, ramis 1 centim. longis julaceis gracilibus

rigidis. Folia anguste ovata, brevia, obtusa, sicca recte incurvato-crispata, madida erecto-incurva, plicata, integerrima vel medio subcrenulata, costa lata in mucronem brevem producta dorso lævi, marginibus e medio ad summum ob plicas undulatas sublimbatis, versus basin limbo lato e cellulis angustis rectangularibus superioribus flavis inferioribus rufis composito; cellulis rotundatis pellucidis vel parce incrassatis subtiliter papillosis flavidis vix conspicuis, basilaribus ad costam minute quadratis pellucidis, parietibus rufis validis sed sæpe decompositis.

La Réunion : Bory (herb. Cosson); sur les vieux troncs d'arbres, à Salazie, 1839, Lépervanche (hb. Thuret).

Espèce très remarquable, qui se distingue de ses congénères par un port tout particulier rappelant au premier abord les touffes grêles du *Philonotis fontana* et de l'*Oreas Martiana ;* elle se rapproche un peu du *S. tubulosus* Lac., mais elle en diffère par ses feuilles incurvées, non contournées en tube au sommet, etc.

Sect. *Orthophyllum*.

4. *S. microbolacus* C. Müll. in litt. — *S. Banksii* C. Müll. similis. Cespites densissimi, valde compacti, humiles, vix 1 centim. alti, rufescentes, radiculis rufis intermixti. Caulis gracilis parce ramosus. Folia erecta, angusta, basi longissima pellucida, tantum apice obtusiusculo et marginem versus medium minute quadrate læviter areolata, toto ambitu flavide limbata, integerrima vel summo parce eroso-denticulata ; costa cum apice evanida dorso lævi. Folia perichætialia similia sed paulo minora. Capsula in pedicello torto vix 5 millim. longo erecta, ovata, peristomata.

Nossi-bé : Boivin (in herb. Mus. Par.).

Très proche par le port et la forme des feuilles du *S. Banksii*, de Taïti, mais beaucoup moins robuste ; les feuilles sont plus obtuses, moins largement limbées et garnies de cellules hyalines plus nombreuses.

Sect. *Orthotheca*.

5. *S. mauritianus* C. Müll. in herb. Angström. ; *S. maloui-*

nensis Angstr., in *Ofvers. af Kongl. Vet. Akad.*, 1873, p. 141. — Habitu *S. longisetaceo* C. Müll. simillimus, sed foliis brevioribus latius acuminatis obtusis basi brevius pellucidis, marginibus e parte latiore denticulato-serratis, costa latiore lamellis in facie superiore pluribus serratis ornata; limbo lamellato utrinque dentato; cellulis pellucidis rectangularibus paucis, ceteris quadratis opacis.

Maurice : N. J. ANDERSSON (hb. ANGSTRÖM.).

6. *S. mahensis* Besch. — Cespites laxi, latissimi, glauco-virides, inferne fuscescentes. Caulis repens, elongatus, pendulus, 5-15 cent. longus, parce dichotome ramosus, tomentosus. Folia laxa, erecta, apice divaricata, basi breviter obovata concava vaginata, abrupte longe et late subulata, limbo lamellato e folii medio laxe ad summum acutum dense serratum remote acute serrato horride papilloso, marginibus supra basin infimam integram lævem usque ad partem angustiorem spiculoso-serratis, dentibus papillosis, costa plerumque rufa papilloso-serrata; cellulis superioribus subquadratis opacis valde papillosis, ad basin, versus marginem, descendentibus, cellulis inferioribus hyalinis spatium obovale occupantibus, ad margines augustioribus elongatissimis. Folia perichætialia similia sed basi longiora. Capsula in pedicello 5 millim. longo superne scabriusculo ovata, brevicollis, annulata, badia. Peristomii simplicis dentes rubri, angusti, papillosi. Calyptra mitrata, basi vix lacerata, superne scaberrima.

Seychelles : Mahé, G. DE L'ISLE.

Par le port, cette Mousse ressemble au *S. rupestris* et au *S. rigidus*; mais elle diffère du dernier par le pédicelle plus court, scabre au sommet, par la capsule à col distinct, par les feuilles plus courtes et plus larges, spiculées-papilleuses, plus fortement dentées dessus et dessous.

7. *S. aculeato-serratus* Besch. — Habitu *S. Hobsoni* similis, dioicus, sordide viridis inferne fuscus, laxe cespitosus. Folia caulina firma, erecta, arcuatula, madida erecto-patentia, basi elliptica, longe lanceolata, obtusiuscula, marginibus involutis dentatis e medio subtubulosa, limbo incrassato solido

marginis ad partem mediam dentibus aculeatis longis hyalinis numerosis serrato; costa lata pallide viridi dorso granulosa superne utrinque dentata; cellulis superioribus opacis angulate rotundis deorsum tenuissime papillosis, mediis quadratis flavidis, marginem versus ad basin descendentibus. Cetera ignota.

La Réunion : P. Lépervanche, 1877.

Diffère du *S. Hobsoni* et du *S. mauritianus* C. Müll. par ses feuilles à marge garnie, dans la partie la plus large, de dents très aiguës, longues, hyalines et composées de cellules finement papilleuses en dessous.

Sect. *Eusyrrhopodon*.

8. *S. Lepervanchei* Besch. — Dioicus, dense cespitosus, inferne rubescens, superne albo-virens. Caulis brevis, semiuncialis, dense ramosus, ramis brevibus erectis. Folia angusta, elongate elliptica, basi longe membranacea, nitida, medio parum latiora, flavida, latiuscule limbata, integerrina, dein remotissime et interrupte serrulata, infra apicem arctius serrata angustissime et hyaline limbata, summo obtusiusculo elimbata acute papillosa, costa lata rubiginosa sub apice evanida magis acute et crasse papillosa; cellulis chlorophyllosis dorso bipapillosis ad medium usque basin, versus marginem, productis.

La Réunion : P. Lépervanche.

Diffère du S. *Isleanus*, de l'île Saint-Paul, dont il se rapproche le plus, par la couleur vineuse des touffes, par les feuilles plus obtuses, plus fortement papilleuses au sommet et par la marge dentée du milieu usqu'à l'extrémité.

9. *S. apertifolius* Besch. — Laxe cespitosus. Caulis repens, ramosus, uncialis vel major, flexuosus, ferrugineus, tomentosus, valde fragilis. Folia basi longe rectangulari vaginante albida, pellucide reticulata, patentia, abrupte squarrosa, anguste lanceolata, parce rugoso-denticulata, tantum apice obtuso aculeato-serrata, limbo hyalino inferne flavido latiusculo, e medio ad summum angustiore hyalino, costa albida subcontinua; cellulis minutis viridiusculis opacis grosse papillosis. Cetera?

Maurice : Savanne, Boivin, 1847-1852 (hb. Mus. Par.).

Très voisin du *S. tristichus* Nees, de Java, mais différent par ses feuilles à bords hyalins faiblement dentés et garnis seulement au sommet de dents en forme de petits crochets ; les cellules chlorophylleuses munies de très fortes papilles l'en distinguent aussi.

10. *S. Seignaci* Besch. — Dioicus. Caulis humilis vix 2 mill. longus, virescens. Folia patentia, viridissima, basi hyalina brevi lanceolata, limbo hyalino angusto omnino marginata, summo serrata, obtuse mucronata, dorso papillosa, costa pellucida infra apicem evanida ; cellulis viridibus ad basin usque marginem versus descendentibus, cellulis hyalinis rectangularibus 4-5 seriatis.

Nossi-bé : sept. 1879, associé à d'autres Mousses, en très rares échantillons, M. Seignac.

Trib. VIII. GRIMMIACEÆ.

Fam. I. — GRIMMIEÆ.

Gen. I. — GRIMMIA Ehrh.

G. vulcanica Besch. — Cespites dense congesti, rufo-nigricantes, breves. Caulis simplex vel vix ramosus. Folia anguste ovato-lanceolata, concava, adpressa, marginibus involutis, integerrima, costa in pilum hyalinum brevem caducum rectum subdenticulatum producta ; cellulis basi rectangularibus hyalinis parietibus sinuosis, ceteris quadratis chlorophyllosis opacis sinuosis. Cetera ignota.

La Réunion : Cratère brûlant, P. Lépervanche, 1878.

Gen. II. — RHACOMITRIUM Brid.

1. *R. Lepervanchei* Besch. — Dioicum. Cespites magni condensati, bi-triunciales et majores, inferne ferruginei, superne luteo-virides. Caulis elongatus, dichotome ramosus, ramis longis breviter ramulosis. Folia humore patentia, dein erecto-patentia, sicca adpressa subflexuosa, marginem versus plicata, latiuscule ovali-lanceolata, sensim elongate cuspidata, cuspide

vix hyalina, marginibus e basi cuspidis denticulato-crenulatis, areolatione ut in *R. symphyodonta*. Folia perichætialia convoluta, obtusa, integerrima. Capsula in pedicello brevi 5-8 mill. longo tortili erecta, lævis, luteola; operculo aciculari apice torquato. Calyptra dimidiam capsulam obvelens, fusca, superne scabriuscula. Peristomium?

La Réunion : sur les bois pourris, 1839, Lépervanche, n° 15 (herb. Thuret); pas de Belcombe, 1877, Paul Lépervanche. Commun, mais très rarement fructifié.

2. *R. Seychellarum* Besch. — Habitu præcedenti simile sed minus, inferne fuscum, superne olivaceum, ramosum. Folia caulina minora, cuspidata, integerrima, costa excedente concolore, cellulis sinuosis angustioribus. Folia perichætialia similia vel paulo minora. Capsula in pedicello fere immerso 3-4 mill. longo ovato-cylindrica; operculo aciculari capsula breviore. Calyptra minuta nigrescens, apice scabra.

Seychelles : près de la baie Sainte-Anne, G. de l'Isle; rares exemplaires associés à d'autres Mousses.

3. *R. lanuginosum* Brid. — Var. *squalidum* Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 217.

La Réunion : Bory-Saint-Vincent, d'après Bridel.

Maurice (hb. Mus. Par.).

Quand cette Mousse croît dans une localité, elle s'y rencontre généralement en abondance; il est donc étonnant de ne la trouver dans aucune des collections qui nous sont passées sous les yeux. L'échantillon très minuscule de Maurice, qui figure au Muséum sans nom de collecteur, pourrait bien être étranger à cette île.

Fam. II. — HEDWIGIEÆ.

Gen. HEDWIGIA.

H. ciliata Ehrh.; auct.

Madagascar : Rosas, 1876 (in herb. Kiær).

Fam. III. — ZYGODONTEÆ.

Gen. ZYGODON Hook. et Tayl.

Z. borbonicus Besch. — Hermaphroditus. Caulis brevis 10-15 mill. longus, fasciculate et breviter ramosus, inferne fuscescens, tomento rufo obtectus, superne glauco-viridis. Folia caulina subcrispata, madida squarrulosa patentia curvata, complicata, late ligulata, apice late acuminata, cellula hyalina terminata, margine plano summum versus e dentibus duobus remotis acutis hyalinis ornato, costa infra apicem evanida; cellulis rotundis subtiliter papillosis, inferne quadratis, basi infima rectangularibus hyalinis. Folia perigamia hastata, acute acuminata, laxius reticulata, integerrima, lævia, antheridiis magnis et archegoniis paucis. Capsula in pedicello 15-30 mill. longo torto juniore flavescente ætate fuscescente lævi erecta vel paulum inclinata, ovato-cylindrica ore angustiore, sicca 8-plicata, collo strumoso conspicuo; operculo dimidiam capsulam æquante. Calyptra torquata, rufa, lævis, basi nuda.

La Réunion : G. DE L'ISLE, 1875, nº 420 ; P. LÉPERVANCHE, 1877.

Diffère, au premier abord, du *Z. tetragonostomum* par la capsule ornée de 8 plis fortement accusés; par ses feuilles, qui n'offrent au sommet que deux dents aiguës de chaque côté du limbe, et par la nervure plus courte.

Fam. IV. — ORTHOTRICHEÆ.

Gen. I. — ULOTA Möhr.

U. fulva Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 301; C. Müll., *Syn.*, I, p. 718. — Monoica. Cespites pulvinati densissimi saturate aureo-fulvi. Caulis tomentosus 1-3 innovationibus ramosus. Folia sicca valde crispata, madida incurva, basi breviter ovata, concava, lanceolata, longe acuminata, marginibus toto ambitu nodoso-crenatis, costa rufa infra apicem evanida dorso rugosa; cellulis basilaribus marginem versus quadratis ampliusculis decoloratis, parietibus crassis nodosis hyalinis, ad costam

elongatioribus flavido-aureis, mediis ovatis, ceteris punctatis quadratis papillosis. Folia perichætialia similia sed longiora, e medio revoluta. Flos masculus, ovatus, elongatus, foliis internis minutis obtusiusculis. Capsula in pedicello 5 mill. longo atro-purpureo vix tortili erecta, longicolla, siccitate torta, clavata, plicata, rufa, ore albido; operculo conico apiculato; vaginula brevi pilosa. Peristomii simplicis dentes 16 bigeminati apice geminati, breves, lati, grisei, punctati, longitudinaliter striati. Calyptra fusca, basi multifida, pilis numerosis aureis sericeis longis crassis denticulatis vel subtiliter serratis valde hirta.

La Réunion : plaine des Cafres, sur les arbres, G. de l'Isle, nº 182.

Maurice : Robillard (in herb. Geheeb).

N. O. de Madagascar : Pervillé, nº 828 (in herb. Mus. Par.).

Cette jolie Mousse se rapproche des *Ulota crispa* d'Europe et *Ulota calvescens* des Canaries par le port ; elle en diffère au premier abord par la couleur rousse des touffes, par le péristome simple et par la coiffe couverte de poils dorés, soyeux, très longs et très nombreux.

Les échantillons de *Schlotheimia fulva* Angstr., de Maurice, qui nous ont été envoyés par feu M. Angström, se rapportent entièrement à l'*Ulota fulva* Brid.

Gen. II. — ORTHOTRICHUM Hedw.

Subg. COLEOCHÆTIUM.

Plantæ prorepentes haud pulvinatæ. Folia oblonga, obtusa in spiram tortilia. Calyptra integra haud plicata, pilis erectis latiusculis foliiformibus dentatis obtecta. Capsula ovalis breviter exserta, sulcata, collo longiusculo; vaginula inferne obpiriformis superne in tubum perlongum (inde nom.) membranaceum apice laceratum continua. Peristomium duplex.

Ce sous-genre, qui ne comprend qu'une seule espèce, tient le milieu entre le genre *Ulota* et le genre *Orthotrichum ;* il diffère du premier par la coiffe entière non plissée et garnie de poils dressés, verdâtres, du deuxième par ses tiges rampantes non pulvinées, et des deux par la gaîne très longue du pédicelle, qui rappelle la vaginule du *Voitia nivalis*.

O. plicatum P. Beauv., in *Aetheog.*, p. 81; Brid., *Musc.*, II, p. 13; Schwgr., Suppl. I, p. II, p. 18; C. Müll., *Syn.*, I, p. 690; Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 303, sub *Ulota*. — Caulis longe repens tomentosus, ramis sterilibus plerumque simplicibus fere æqualibus, fertilibus subramosis erectis teretibus gracillimis obtusiusculis luteo-vel atro-viridibus et nigrescentibus basi microphyllis. Folia sicca dense imbricata in spiram tortilia, madida erecto-patentia, mollia, concava, oblonga, obtusa, integerrima sed ob cellulas papillosas valde prominentes subcrenata; costa viridiuscula dorso denticulata siccitate prominula; cellulis fere omnino rotundis tantum basi vix laxioribus papillosis. Folia perichætialia subsimilia, apice crenata, breviter acuminata, intima minora. Vaginula obpiriformis in tubum longum dimidio pedicello breviorem superne membranaceum laceratum albicantem producta. Capsula in pedicello erecto apice tumidulo tortili vix mill. longo anguste clavato-piriformis, fusca, orificium versus rufescens angustata, sicca sulcata; operculo e convexo conicum obtusiusculum capsula triplo breviore. Peristomii duplicis dentes externi bigeminati vel geminati siccitate reflexi albescentes, interni filiformes breviores. Calyptra campanulata sursum pilis latis filiformibus denticulatis papillosis erectis siccitate flexuosis haud crispatis viridibus hirta, inferne valde paraphysata.

La Réunion : Aubert du Petit-Thouars (in herb. Mus. Par.); sur les arbres, près de Saint-Benoît, juillet 1857, G. de l'Isle, n° 298.

Maurice : du Petit-Thouars, *fide* Schwægrichen.

Gen. III. — DASYMITRIUM Lindb., *Journ. of Bot.*, 1864

(Drummondia Hook., C. Müll.).

D. borbonicum Besch. — Cespites laxissimi, pulvinati. Caulis longe repens arcuatus, intricatus, ramis brevibus vix 1 cent. altis obtusis rigidis fuscescentibus vel luteo-viridibus, ramulis brevissimis. Folia sicca adpressa apice incumbentia contorta,

madida erecto-incurva, oblongo-lanceolata, acuta, marginibus supra basin angustam revolutis, costa infra apicem evanida; cellulis quadrato-ovatis obsolete papillosis, inferioribus elongatis anguste rectangularibus. Folia perichætialia dissimilia, rara, erecta, longiora, longius cuspidata, laxissime areolata, externa uncinata obtusa, costa in mucronem longum acutum excedente. Capsula in pedicello rubro 15-18 mill. longo tortili in dichotomia terminali ovato-oblonga, lævis sed ore plicatula; operculo oblique aciculari. Peristomii simplicis dentes 16 obtusi albdi granulosi. Calyptra glabra, plicata, apice fusca in uno latere fissa, cucullata, basi in 10-16 laciniis latis rotundatis incurvis divisa. Sporæ maximæ.

La Réunion : plaine des Chicots, BORY (herb. COSSON); BOIVIN, 1849 (in herb. Mus. Par.); plaine des Palmistes, G. DE L'ISLE, 1875, n°s 200 et 286; pas de Belcombe, P. LÉPERVANCHE, 1877 (hb. Mus. Par., sub *Macromitrio schizomitrio* Nob. priùs).

Madagascar (N. O.) : PERVILLÉ, 1849, n° 827.

Se rapproche beaucoup par le port du *Macromitrium Blumei* Ness, de Java, et du *M. fasciculare* Mitt., de Ceylan ; mais en diffère par les caractères ci-dessus décrits et surtout par la forme de la coiffe.

Gen. IV. — MACROMITRIUM Brid.

Sect. 1. *Macrocoma*.

Caulis rigidus longe repens, ramis filiformibus subpinnatis; foliis adpressis parvis; capsula elongata microstoma.

1. *M. tenue* Brid., *Bryol.*, I, 740; C. Müll., *Syn.*, I, p. 720. — Monoicum. Caulis longe repens, intense viridis vel fusco-viridis, ramis brevibus 5 mill. vix longis teretibus erectis breviter vel pinnatim ramulosis. Folia minuta, lanceolata, basi excavata, acute acuminata, costa infra apicem evanida; cellulis minutis rotundis papillosis, basilaribus costam versus elongatis paucis pellucidis. Folia perichætialia longiora et latiora, latius acuminata. Capsula in pedicello 4-6 mill. longo rubello ovato-cylindrica, angustissime plicata, ore angusto; operculo conico

breviusculo. Peristomium simplex, breve, truncatum. Calyptra totam capsulam obvelens, pallide straminea, basi in laciniis membranaceis albidis divisa, pilis longis nodosis valde hirta.

La Réunion : G. de l'Isle, n° 222.

Afrique australe.

Sect. 2. *Cometium* Mitt., in *Journ. of the Linn. Soc.*, XIII, p. 302.

Caulis gracilis dichotome et fasciculatim ramosus. Folia squarrosa seriatim disposita e cellulis rotundatis areolata. Capsula in pedicello breviusculo scabro ovalis vel globosa. Calyptra rugosa, ramentosa vel pilis nodosis hirta.

2. *M. scleropodium* Besch. — Monoicum? Caulis longe repens, ramis uncialibus basi simplicibus tomentosis, iterum furcatis glauco-viridibus gracilibus brevioribus. Folia sicca laxe torquata squarrosa, madida patentia, minuta, elliptice ligulata, integerrima, costa canaliculata dorso lævi in mucronem brevem subdentatum continua ; cellulis omnino validis rotundis papillosis margine prominentibus. Folia perichætialia vaginantia, valde breviora, acutiuscula. Capsula in pedicello 3-4 mill. longo scaberrimo in dichotomia obsito globosa, rufa, firma, lævis sed apice anguste plicatula, collo tumidulo ; operculo recto conico in apiculum breviusculum producto. Peristomium imperfectum, truncatum. Calyptra rugosa, rufa, basi in 5-6 laciniis patulis divisa, pilis nodosis fuscidulis valde hirta.

La Réunion : plaine des Palmistes, Sainte-Agathe, 9 juillet 1875, G. de l'Isle, n° 289.

Très belle espèce, remarquable par le port, par la couleur glauque des feuilles, par la capsule sphérique portée sur un pédicelle très verruqueux, par la coiffe rousse hérissée de poils et divisée en lanières qui s'étalent en parasol sur la capsule. Elle se rapproche du *M. hispidulum* Mitt., de Ceylan, mais en diffère par sa capsule globuleuse plus large à la base qu'au milieu et par sa coiffe rousse plus grande et plus velue.

Sect. 3. *Eumacromitrium* C. Müll.

Caulis plus minus incrassatus, rigidus vel flaccidus, foliis siccitate flexuosis, crispatis vel spiraliter contortis.

Folia spiraliter torta, elongate acuminata.
Folia perichætialia caulinis similia.................. *M. mauritianum.*
— longiora................ *M. rhizomatosum.*
Folia incumbenti-contorta.
Folia aristata.
Basi glaberrima, lunato-areolata......... *M. subpungens.*
Basi tuberculosa, elongate areolata....... *M. Hildebrandti.*
Folia lanceolata plus minus acuminata.
α. Planta robusta.
Folia marginata, apice crenato-dentata.
Folia perichætialia caulinis similia......... *M. Belangeri.*
— longiora.......... *M. rufescens.*
Folia haud marginata apice integra........... *M. laxo-torquatum.*
β. Planta gracilis.
Folia erecto-patentia.
Cellulis basilaribus ellipticis................ *M. fimbriatum.*
— elongate quadratis sinuosis.. *M. funicaule.*
Folia reflexa.............................. *M. aciculare.*

3. *M. fimbriatum* P. Beauv., in *Aetheog.*, p. 80; Brid., *Bryol.*, I, p. 80, sub *Orthotricho;* Schwgr., in Suppl. II, p. I, p. 37; C. Müll., *Syn.*, I, p. 739, sub *Macromitrio; Macromitrium uncinatum* Brid., I, p. 308 et 735. — Caulis repens fasciculato-ramosus et ramulosus, semiuncialis, ramis brevibus obtusis dense foliosis. Folia madida patentia, sicca erecta tortilia, oblonga, obesa, obtuse acuminata, luteo-viridia, ætate badia, costa infra apicem evanida; cellulis prominentibus quadrato-ovatis basi breviter lunatis. Folia perichætialia intima minora sed latiora; vaginula ovata vel subcylindrica. Capsula in pedicello 8-10 mill. longo purpureo oblonga, lævis, siccitate sulcata. Operculum e convexa basi subulatum, capsula vix brevius. Peristomii simplicis dentes albidi, geminati, punctulati. Calyptra multisulca basi valde laciniata, laciniis incurvis, e stramineo fusca, sublævis, rugosa vel pilis raris brevibus ornata.

La Réunion : plaine des Chicots, Bory (herb. Cosson), Richard, n° 590 (in herb. Mus. Par.).

Maurice : Commerson (herb. Mus. Par.); du Petit-Thouars (herb. Mus. Par., sub *Hypno striato* Aub., sub *Bryo spirali* Aub., et *Orthotricho pallido* var. γ. Beauv.).

Madagascar, N. O. : sur les troncs d'arbres, PERVILLÉ, 1841 (herb. Mus. Par.).

Var. *chloromitrium* Besch. Dioicum; densissime et compacte cespitosum, ramis brevioribus 1 cent. vix altis erectis; capsulis numerosis oblongis plicatulis badiis, pedicello breviore; peristomii dentibus fugacibus griseis papillosis; calyptra albicante lutea ramentosa. Planta mascula inter folia caulis feminei mixta, foliis arcuatis ecostatis.

Maurice : montagne du Pavillon, BOIVIN (herb. Mus. Par.).

Cette Mousse diffère du *M. aciculare* par les feuilles caulinaires de moitié plus petites, obtusément acuminées, par les feuilles périchétiales beaucoup plus petites que les caulinaires et très largement acuminées; par la capsule ovale-allongée non sphérique, et par la coiffe souvent rugueuse ou munie de quelques poils épars, dressés, articulés, semblables aux paraphyses et fendue à la base en lanières courtes recourbées en griffe vers le pédicelle.

4. *M. funicaule* Sch. in herb. — Monoicum, repens; ramis erectis basi simplicibus semiuncialibus apice breviter ramosis fusco-viridibus uncialibus. Folia sicca vix crispula adpressa, madida erecto-patentia vel patentia, nunquam recurva, ovato-lanceolata, angusta, acuminata, integerrima, carinata, convexa, costa sub apice evanida; cellulis inferioribus rectangularibus sublunatis sinuosis vix papillosis, superioribus minutis dorso granulosis. Folia perichætialia caulinis similia sed latiora et latius acuminata. Capsula in pedicello vix 5 millim. longo globosa, lævis, ore angusta; operculo rectirostri subulato. Peristomium fugax? cum operculo deciduum. Calyptra fusca basi maxime et profunde laciniata, apice lævis vel parce ramentosa.

Maurice : sur les arbres de la montagne Rouge, aux Trois-Ilets, A. DARNTY, juin 1874 (in herb. SCHIMPER).

Intermédiaire entre le *M. aciculare* et le *M. fimbriatum*; diffère notamment du premier par ses feuilles non recourbées à l'état humide et dressées par la dessiccation, et du second par la capsule globuleuse.

5. *M. aciculare* Brid., in *Mant. Musc.*, p. 132, et *Bryol.*, I, p. 307 et 730; C. Müll., *Syn.*, I, p. 744. — *Orthotrichum pallidum* α et β Pal. Beauv. — *Bryum spirale* Aub. mss. (in herb. Mus. Par.). — Dioicum. Caulis longe repens, ramis erectis 1 cent. longis teretibus obtusis fuscis simplicibus vel parce breviter ramosis. Folia angusta, erecta, apice squarroso-incurva, madida patentia, brevia, lanceolata, acute acuminata, integerrima, costa cum apice evanida; cellulis basilaribus semilunatis, ceteris minutis obscuris punctiformibus. Folia perichætialia intima ovato-lanceolata, breviora, apice latiora, laxius reticulata. Vaginula ovoidea. Capsula in pedicello 5-7 mill. longo globosa, lævis, ore contracta ætate plicatula; operculo aciculari capsulam æquante. Peristomii simplicis dentes fugaces albidi. Calyptra pallida basi maxime plicata.

La Réunion : sur les branches, au bord des forêts élevées, Bory (in herb. Cosson); plaine des Fougères, Lépervanche, 1839, n° 25 (herb. Thuret).

Maurice : A. du Petit-Thouars (in herb. Mus. Par.); sur les rochers ombragés et sur les bois morts, montagne du Pouce, anse Courtois, montagne du Corps de garde, Boivin, 1849, (hb. Mus. Par.).

Espèce très voisine du *M. fimbriatum*. Ses feuilles caulinaires plus longues, aiguës, à nervure dépassant presque toujours le sommet; ses feuilles périchétiales largement concaves, plus longues; sa capsule globuleuse; sa coiffe le plus souvent lisse, longuement fendue à la base en lanières divariquées, sont autant de caractères qui ne permettent pas de confondre les deux espèces.

6. *M. rhizomatosum* C. Müll. in litt. — Habitu *M. mauritiano* simile, dioicum. Cespites laxissimi, incohærentes, ferruginei. Caulis longe repens, capillaris, fragilis, nudus, laxe ramosus, ramis numerosis remotis biuncialibus flexuosis rigidis inferne longe denudatis gracilibus subtortilibus. Folia madida patentia, sicca adpresso-tortilia apice recurva, auguste lanceolata, costa et reticulatione ut in *M. mauritiano*. Folia perichætialia longiora, longe acuminata, acutissima, costa in cuspidam

longam integram continua, intima apice rotundata. Capsula in pedicello 3-4 mill. longo urceolata, sub ore coarctata, plicatula; operculo capsula breviore. Calyptra basi valde laciniata, plicata, apice subnuda vel paucissime pilosa. Peristomium simplex.

Nossi-bé : bord des ruisseaux, avril 1841, PERVILLÉ, n° 789.

Très voisin des grandes formes du *M. mauritianum*, mais différent par ses tiges plus ramifiées et ses feuilles périchétiales plus longues que les feuilles caulinaires.

7. *M. mauritianum* Schgr., in Suppl. II, 2e part., p. 127, tab. 189; C. Müll., *Syn.*, I, p. 726. — Dioicum. Cespites laxi, luteo-virides inferne fuscescentes. Caulis longe repens, ramis plurimis approximatis uncialibus vel longioribus simplicibus vel divisis, ramulis teretibus rigidiusculis brevioribus clavatis, sæpe ex apice pluribus brevibus fasciculatis, stolonibus gracillimis longis sparsifoliis. Folia madida patentia vel erecto-patentia, sicca erecta rigida squarroso-flexuosa in spiram indistinctam disposita, ovato-lanceolata, costa crassa in cuspidem obtusam incrassatam brevem desinente; cellulis quadratis minutis obscuris, mediis ovatis subrotundis, basilaribus lunatis. Folia perichætialia similia. Planta mascula inter folia sparsa, minutissima, simplex vel ramosa, foliis paucis muticis ecostatis. Capsula in pedicello 4-5 mill. longo sæpe geminato globose urceolata, ore contracta, lævis, fusca vel pallide badia; operculo aciculari recto. Peristomii simplicis dentes breves, albidi, fugaces. Calyptra vix capsula brevior plerumque pilis raris orthotrichoideis stipata, sulcata, junior lutea, ætate luteo-badia vel nigrescens, basi in laciniis numerosis divisa.

Maurice : SIEBER; montagne de la Rivière Noire, BOIVIN, n° 847; ANDERSSON (herb. ANGSTR.); ROBILLARD, ex herb. DUBY et GEHEEB.

Madagascar : BERNIER (herb. THURET).

Assez commun à Maurice, où il forme des touffes étendues qui varient par la couleur des feuilles, suivant l'exposition et l'habitat. Le *M. Mi-*

quelii Mitt. (in *Bryol. javan.*, tab. CVIII), s'en rapproche beaucoup, mais il en diffère notamment par les feuilles caulinaires largement acuminées au sommet. Schwægrichen (*l. c.*) indique la coiffe comme étant glabre; tous les échantillons que nous avons reçus de Maurice et provenant d'envois de MM. Angström, Duby, C. Müller, etc., offrent des coiffes munies de quelques poils dressés semblables à ceux des Orthotrics.

8. *M. laxo-torquatum* C. Müll., in *Musc.* Robill. — Dioicum? Cespites densissime compacti, robusti, rufescentes vel virentes. Caulis repens basi fasciculato-ramosus, ramis tomentosis arcte cohærentibus erectis apice brevissime ramulosis. Folia numerosissima, laxe torquata, anguste lanceolata, acute acuminata, apice integra, e basi ad medium limbo flavido crenato latiuscule marginata, costa infra apicem evanida; cellulis fere omnino minutis quadratis ovatisve, inferioribus tuberculoso-papillosis, tantum basi infima ad costam oblongo-quadratis paucis pellucidis flavidis. Cetera ignota.

Maurice : DE ROBILLARD (ex herb. GEHEEB).

9. *M. rufescens* Besch. — Dioicum, *M. longifolio* Brid. simile, dense cespitosum, robustum, aureo-fusco-virescens vel atro-rufum. Caulis repens, ramis plus minus longis sæpe uncialibus flexuosis; ramulis brevioribus. Folia caulina squarrosa laxe contorta, madida reflexa, decurrentia, late et longe lanceolata, plus minus acuta vel obtusiuscule acuminata, canaliculata, margine e medio ad apicem crenato-denticulata, costa continua sub apice evanida; cellulis grossis rotundis luteis, mediis quadratis, inferioribus rectangularibus sublunatis aureis, omnibus tuberculoso-papillosis, papillis costam versus valde prominentibus. Folia perichætialia longiora, longissime attenuata, costa continua. Vaginula cylindrica longe paraphysata. Planta mascula brevistipitata super costam folii plantæ femineæ plerumque obsita. Capsula in pedicello 15-20 mill. longo tortili purpureo lævi erecta, magna, elongate et late ovata, robusta, intense badia, longicolla, ore angusta; operculo e basi alte conica subulato capsulam breviore. Peristomii duplicis dentes externi geminati, lati, articulationibus rotundi,

granulosi sordide grisei, interni æquilongi bigeminati perforati granulosi. Calyptra magna, valde laciniata, rufula, apice rugoso-tuberculosa.

La Réunion : Bory (herb. Cosson) ; sur l'écorce des vieux arbres, lieux élevés, Richard, n° 685; Boivin (in herb. Mus. Par.); plaine des Fougères, Lépervanche, 1839 (herb. Thuret); Terre-plate, plaine des Cafres, G. de l'Isle n° 254 ; Sainte-Agathe, P. Lépervanche, 1877.

Grande Comore : mai 1850, Boivin (*Macromitrium Boivini* C. Mull. in *Rev. Bryol.*).

Madagascar, N. O : Pervillé, 1841.

Très belle espèce, remarquable par ses rameaux robustes de couleur variant depuis le roux foncé noirâtre jusqu'au vert doré ; se rapproche par le port des *M. longifolium* Brid. et *M. aureum* C. Müll. Nous n'avons pu nous procurer le *M. Belangeri* C. Müll., qui paraît se rapporter à la diagnose ci-dessus ; notre espèce en diffère cependant par l'aréolation des feuilles et par la forme des feuilles périchétiales.

10. *M. Belangeri* C. Müll., in *Bot. Zeit.*, 1862, p. 374. — « Dioicum, robustum, aureo-virens vel lutescens. Caulis longe » repens, radiculosus, ramos æquales longiusculos simplices vel » parce dichotomos divisos emittens. Folia caulina incumbentia » contorta, humore erecto-patentia caulem crassiusculum sis- » tentia, late lanceolato-acuminata, basi longe decurrentia, » longitudinaliter profunde complicato-canaliculata, apice » obsolete denticulata, costa ferruginea excedente in mucro- » nem brevem producta; cellulis minutissimis incrassatis » rotundato-quadratis basi sublunato-rectangularibus angustis » in membranam auream conflatis, in pagina interiore tuber- » culoso-papillosis ad costam autem utrinque permultis, » laxis marcescentibus fuscidulis; folia perichætialia caulinis » similia. Capsula in pedicello breviusculo 1/2 pollicari » purpureo lævi erecta, turgescenti-ovalis, profunde 6-sulcata, » firma, pachydermis, brunnea; annulo lato persistente; » operculo e basi conica recto subulato. Peristomii dentes tam

» interni quam externi imperfecti dimidiati, interni veluti » membrana truncata. » (*L. c.*)

La Réunion : BELANGER (in herb. C. Müller).

Nous n'avons pas vu cette Mousse qui est indiquée par l'auteur comme étant très semblable au *M. Neilgherense*.

11. *M. Hildebrandtii* C. Müll., in *Linn.*, XL, p. 248.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT, nº 1814.

12. *M. subpungens* C. Müll., *Linn.*, XL, p. 249.

Comores : Anjouan, HILDEBRANDT, nº 1814 (*ex parte*).

Gen. V. — SCHLOTHEIMIA Brid.

Sect. 1. *Gracilaria*.

Caulis filiformis subteres, foliis squarrosis minutis oblongis lævibus.

1. *S. squarrosa* Brid., *Suppl. Musc.* II, p. 18; Schwægr., I, p. II, p. 39, tab. 56; Brid., *Bryol. univ.*, I, p. 324; C. Müll., *Syn.*, I, p. 751.

La Réunion : forme des touffes très étendues sur les troncs des Ambavilles (*Senecio Ambavilla* Pers.), dans les Hauts, BORY SAINT-VINCENT (herb. COSSON); FRAPPIER, RICHARD, BOIVIN (hb. Mus. Par.); Salazie et autres lieux élevés, LÉPERVANCHE (hb. THURET); plaine des Palmistes, Terre-plate, Belous, plaine des Cafres, G. DE L'ISLE.
N. O. de Madagascar : PERVILLÉ, (hb. Mus. Par.).

2. *S. microphylla* Besch.—Dioica. Cespites densi, compacti, atrorufi. Caulis brevis parce ramosus, ramis brevibus gracilibus. Folia densissime imbricata, sicca spiraliter contorta, madida valde squarrosa, minutissima, ovata, corrugata, obtusa, acumine brevi recurva, costa latiuscula rufa; cellulis ut in *S. squarrosa*. Folia perichætialia longiora et latiora, concava, obtuse acuminata, plicata; cellulis apicalibus majoribus.

— Planta mascula minutissima paucifoliata, inter folia plantæ feminea sparsa. Capsula in pedicello erecto 4-millim. longo ovato-cylindrica, brevis. Peristomii dentes externi longi articulationibus distinctis margine rotundatis, sæpe usque ad basin exarati, interni breviores in membrana brevi producti. Calyptra fusca, 8-lobata, glabra vel incrassata haud scabra.

Madagascar : BERNIER (in herb. THURET).

Intermédiaire par le port entre le *S. squarrosa* et le *S. badiella ;* se rapproche du premier par les feuilles caulinaires squarreuses et par la forme de la capsule, mais en diffère par les feuilles périchétiales; cette espèce s'éloigne en outre des deux et de ses autres congénères par la petitesse des feuilles. La disposition que M. Duby a signalée dans les feuilles du *S. fornicata* se retrouve, quoique à un moindre degré, dans celles du *S. microphylla.* Cette disposition tient à la concavité de ces organes et à la courbure de l'acumen qu'on ne peut étaler entre deux plaques de verre, ce qui donne au sommet de la feuille l'apparence de deux petites vessies pressées l'une contre l'autre.

Sect. 2. *Acuminella.*

Caulis robustus densifolius ; foliis spiraliter contortis, lanceolato-acuminatis, ovatis, ovato-lanceolatis vel cuspidatis.

Folia caulina lanceolata cuspidata, capsulæ pedicellum 15-20 mill. longum........................	3. *S. quadrifida.*
Folia caulina ovata, cuspidata, capsulæ pedicellum 4-5 mill. longum............................	4. *S. Boiviniana.*
Folia ovato-lanceolata; capsula ignota..........	5. *S. Commersoniana.*

3. *S. quadrifida* Brid., in *Mant. Musc.*, p. 114, et *Bryol.*, I, p. 321 ; Schwægr., in Suppl. I, p. II, p. 41, tab. 57; C. Müll., *Syn.*, I, p. 753. — *Orthotrichum angulosum* P. Beauv., in *Prodr.*, p. 90.

Cette Mousse est indiquée par Palisot de Beauvois (*l. c.*, 1805) comme ayant été récoltée à la Réunion, à l'île Maurice et à l'île de Tristan-d'Acunha, par Aubert du Petit-Thouars, qui la lui aurait communiquée. De son côté, Bridel (*Spec. Musc.*, p. 18,1806), qui l'aurait reçue également de ce dernier, tout en citant les trois localités, ne paraît avoir eu connais-

sance que des échantillons recueillis à Tristan-d'Acunha. Schwægrichen (*l. c.*) mentionne les trois localités, et M. Ch. Müller, qui n'a vu aucun des échantillons, paraît disposé à croire que le *S. quadrifida* ne se rencontre qu'à la Réunion et à Maurice, et considère la localité de Tristan comme erronée.

Nous avons eu entre les mains de très nombreux échantillons de *Schlotheimia* provenant des îles austro-africaines de l'océan Indien, et nous n'avons guère trouvé que le *S. fornicata* Dub. qui s'approchât par le port extérieur du *S. quadrifida* Brid. L'échantillon type de du Petit-Thouars, conservé au Muséum de Paris et nommé *Orthotrichum angulosum* P. B. par Bruch, porte la mention suivante de l'écriture du collecteur : « *Bryum... surculo ramoso, capsula erecta, calyptra laciniata* ». Ce n'est que postérieurement que Bruch a ajouté la localité: *Isle de France*. Il est donc à supposer que l'espèce litigieuse vient plutôt de Tristan que de l'île Maurice, autrement nous n'aurions pas manqué de la recevoir de cette dernière localité.

4. *S. Boiviniana* Besch. — *S. phæochloræ* simillima. Cespites densissime ad truncos expansi, ferrugineo-virides. Caulis ramosus, tomentosus, semiuncialis. Folia madida erecta, sicca laxe incumbentia vel in ramulis junioribus spiraliter contorta, elongate ovata, acuminata, planiuscula, integerrima, costa flexuosa in acumen breve finiente. Folia perichætialia longiora, erecta, complicata, subvaginantia. Capsula in pedicello 4-5 mill. longo flexuoso erecta, longe cylindrica, basi attenuata, ætate inclinata plicata, operculo luteo longe cuspidato. Peristomii dentes interni externis dimidio breviores. Calyptra maxima fulvella, nitidula, scabra, basi longe 5-lobata.

Grande Comore : Boivin, mai 1850.

Cette espèce se distingue du *S. phæochlora* par le port, par les feuilles caulinaires ovales, presque planes, par les feuilles périchétiales plus longues, et par la coiffe plus grande.

5. *S. Commersoniana* Besch. — Dioica, densissime et brevissime cespitosa, ferruginea. Caulis repens fasciculato-ramosus; rami robusti vix 1 cent. alti, steriles (tantum noti) obtuse acuminati apice flagellis filiformibus brevibus paucifoliatis julaceis numerosis proliferi. Folia incumbenti-squarrosa, madida erecto-patentia, late ovata, concava, pottioidea, acumi-

nata, marginibus superne incurvis sed mucrone plano, costa lata ferruginea in acumen finiente ; cellulis undique latis quadratis v. subrotundis opacis, folii basi indistincte hexagonis elongatis. Folia flagellorum adpressa, late obtusa, mucronata, costa supra medium evanida. Cetera ?

Maurice : COMMERSON (in herb. Mus. Par.), associé au *Macromitrium aciculare*.

Espèce remarquable par la forme ovale de ses feuilles et par les flagelles filiformes qui terminent les rameaux.

Sect. 3. *Ligularia*.

Caulis robustus; foliis contortis oblongo-ligulatis.

Capsulæ pedicellum 15-20 mill. long.	Fol. perichætialia caulinis similia.		6. *S. fornicata.*
	— majora.....		7. *S. malacophylla.*
Capsulæ pedicellum 4-7 mill. long.	Calyptra lævis...............		8. *S. badiella.*
	Calyptra scabra.	Capsula ovata.	9. *S. illecebra.*
		— elliptica...	10. *S. Richardi.*
		— cylindrica..	11. *S. phæochlora.*
		— clav.-obl...	12. *S. Nossi-beana.*

6. *S. fornicata* Dub., in *Mém. Soc. d'hist. nat. Genève*, 1876. — Dioica. Cespites late expansi, juniores virides, ætate atroferruginei, subnitentes. Caulis brevis, ramos 2-3 mill. altos fasciculatos obtusissimos emittens. Folia crispata late breviterque ovato-ligulata, medio latiora, concava, obtusa, breviter acuminata sed ad apicem maxime involutum cucullatum emarginata, integerrima, costa lata lævi infra apicem evanida ; cellulis basilaribus elongatis obsolete rhombeis aut sublinearibus ob papillas minutas, ceteris subrhombeis ovatis opacis. Folia perichætialia similia sed magis concava subnavicularia. Planta mascula inter folia caulis femineæ sparsa, minutissima, paucifoliata, foliis regularibus haud emarginatis sed ligulato-acutis, costa evanida, laxius reticulatis. Capsula in pedicello 15-18 mill. longo purpureo ovata vel ovato-cylindrica, plicata, dilute badia, longicollis, operculo longirostro sed capsula breviore. Peristomii dentes externi siccitate incurvi breves, interni erecti albidi granulosi striati externis bre-

viores. Calyptra longa, apice rufula, lævis, basi lutea in lobis 8 latis brevibus fissa.

La Réunion : RICHARD (herb. Mus. Par.), P. LÉPERVANCHE.
Maurice : DE ROBILLARD (herb. DUBY ; — hb. GEHEEB).

Les échantillons de la Réunion se rapprochent par le port du *S. quadrifida*, mais en diffèrent par la forme des feuilles. Ceux de Maurice se distinguent des formes de la Réunion par les feuilles à sommet profondément recourbé en forme de capuchon. Cette disposition se remarque quelquefois dans les feuilles de l'*Holomitrium vaginatum* et dans les plantes qui n'ont pas acquis, par une cause fortuite, un complet développement, ce qui est le cas pour la Mousse décrite par M. Duby.

7. *S. malacophylla* Besch. — Cespites laxi ferruginei rufescentes. Caulis repens tomentosus in stolonem filiformem terminatus, ramis ramosis uncialibus erectis ramulosis. Folia encalyptoidea, longe oblonga, mollia facile emollienda, apice incurvo late rotundata, integerrima, madida erecto-patentia, corrugata, sicca laxe tortilia, costa in apiculum brevem recurvum finiente; cellulis minutis rotundo-ovatis basi oblique rectangularibus. Folia perichætialia caulinis similia sed paulo longiora. Capsula in pedicello 2 cent. longo tortili rufo erecta, ovata, longicolla, plicata. Peristomii duplicis dentes breves arcte trabeculati, interni breviores. Cetera desunt.

La Réunion (herb. Mus. Par.).

Espèce très rapprochée du *S. fornicata* Dub., dont elle diffère cependant par des tiges plus allongées et des feuilles plus grandes et de consistance plus molle.

8. *S. badiella* Besch. — Dioica. Cespites dense expansi. Caulis gracilis, breviter ramosus, ramis obtuse acuminatis. Folia anguste ovato-ligulata, minuta, corrugata, basi breviora, obtuse et breviter acuminata, sicca tortilia apice ramorum spiraliter contorta, pallide badia vel rufula, nitentia, subvernicosa, costa rufa infra acumen evanida; cellulis ut in *S. fornicata*, basilaribus obsolete papillosis. Folia perichætialia erecta, lon-

giora, acutiora, plicata. Capsula in pedicello 5-7 mill. longo cylindrica, ore aperta, sicca plicatula badia. Peristomii dentes externi siccitate involuti, madore erecti, longi sæpe inter articulationes hiantes rugulosi rufi in latitudine striati apice rotundi, interni externos æquantes vel paulo breviores grisei, longitudinaliter pluries striato-granulosi. Calyptra fusca, lævis, basi 4-8 lobis latis atque longis fimbriata.

La Réunion : sur les arbres, RICHARD, n° 580 (herb. Mus. Par.) ; Salazie, 1839, LÉPERVANCHE (herb. THURET) ; Paul LÉPERVANCHE ; G. DE L'ISLE, n° 254 *ter*.

Var. *longicaulis*, caulibus longioribus uncialibus basi intense ferrugineis apice luteo-viridibus, ramis junioribus cuspidatis, foliis ramorum spiraliter contortis, perichætialibus duplo longioribus subacuminatis, capsula longiore.

La Réunion : sur les troncs d'arbres, RICHARD, n° 583 (herb. Mus. Par.).

Var. *helicophylla*, foliis omnino spiraliter contortis.

La Réunion : piton des Neiges, BORY (herb. COSSON, sub *Orthotricho hypnoso* Bory) ; sommet de la Rivière des Roches, P. LÉPERVANCHE.

N. O. de Madagascar : PERVILLÉ (herb. Mus. Par.).

9. *S. illecebra* Sch., in herb. — *Orthotrichum illecebrum* Willd., in herb. Cosson. — Cespites robusti, semiunciales, rufi. Folia dense imbricata, incumbentia, in spiram indistinctam contorta, madida erecto-patentia, ligulata, curviuscula, concava, obtusa, marginibus apice crenulatis, costa in mucronem acutum continua; cellulis generis maximis oblatis oblique seriatis, folii basi rectangularibus sinuosis obsolete papillosis. Folia perichætialia longiora, late acuminata, costa infra apicem crenulatum evanida. Capsula in pedicello 5 mill. longo tortili ovata, grimmioidea, brevis, plicata, badia. Peristomii dentes externi involuti, interni erecti breviores fugaces. Calyptra fusca, basi 6-lobata, apice scabriuscula.

La Réunion : sur les Ambavilles des Hauts, Bory (in herb. Cosson).

10. *S. Richardi* Besch. — Dioica ? Cespites densissime et latissime expansi, ferrugineo-virides. Caulis gracilis, *S. squarrosa* robustior, graciliter ramosus et brevissime ramulosus, tomentosus. Folia caulina minuta, sicca spiraliter contorta, ligulata, basi concava, medio breviora, integerrima, apice obtusa breviter acuminata, marginibus basi in unica pagina paulo reflexis, costa rufa in mucronem brevem sæpe reflexum finiente; cellulis ut in *S. badiella*. Folia perichætialia vix breviora. Capsula in pedicello 4-6 mill. longo tortili gracilis, elliptica, basi attenuata, ætate intense rufa. Peristomii dentes generis, interni externis vix breviores. Sporæ minimæ. Calyptra aureo-fusca, basi 4-lobata, apice scabra.

La Réunion : Richard, 1837.

11. *S. phæochlora* Besch. — Densissime cespitosa, intricate repens, ramosa, atro-ferruginea vel sordide fusco-viridis haud nitida. Folia ovato-ligulata, medio latiora, corrugata, in spiram vix contorta, obtuse acuminata, mucronata, paginis apice inæqualibus, lævia, costa in mucronem brevem recurvum excedente. Folia perichætialia erecta, longiora, concava, acutiuscula. Capsula in pedicello 4-5 mill. longo cylindrica, curvula, plicata; operculo basi mamillato longe et recte rostrato. Peristomii maximi pulcherrimi dentes externi patuli, sæpius erecti longi exarati, interni breviores ad basin usque fissi longitudinaliter granulosi. Calyptra lutea, ætate apice fusca, plus minus scabra, basi 4-8 lobata.

La Réunion : sur les arbres, de Salazie à Hellbourg, G. de l'Isle, nº 160 (prius *S. Isleana* Nob.).

Maurice : Savane, Boivin (in herb. Mus. Par.), Robillard (herb. Duby, sub *S. Robillardi* Dub. et *S. breviseta* Sch.); bois Descroizilles, Savane, Darnty (herb. Schimper, sub *S. Darntyi* Sch.).

Cette Mousse, la plus forte des espèces congénères de la région, varie quant au port et à la rugosité des feuilles et des coiffes. On la trouve dans les herbiers sous différents noms (*S. Robillardi* Dub., *S. breviseta* Sch., *S. fulva* (non *Ulota*) Angstr., *S. Darntyi* Sch., *S. Isleana* Nob.); et comme il est impossible d'être fixé exactement sur la priorité à donner à l'un ou à l'autre de ces noms, nous avons cru devoir en choisir un qui rappelle la couleur brun verdâtre des feuilles.

12. *S. Nossi-beana* C. Müll. in litt. — Dense congesta, rufo-ferruginea. Caulis repens, pluries ramosus, vix uncialis, ramis obtusis. Folia sicca spiraliter contorta, madore erecta adpressa, ligulata, apice rotundata v. brevissime acuminata, basi latiora in uno latere longiora plana, margine revoluta, integerrima, costa infra acumen evanida; cellulis quadratis, basin versus elongatis sinuosis obsolete papillosis. Folia perichætialia longiora, adpressa. Capsula in pedicello 4 mill. longo flexuoso tenella, oblonga, subclavata, basi attenuata, operculo late et alte mamillato cuspidato, pallide luteo. Peristomii dentes externi radiantes vel recurvi angusti sæpe inter articulationes hiantes, interni breviores fugaces. Calyptra apice fusca, rugulosa, incrassata, haud scabra, basi 6-lobata.

Nossi-bé : Pervillé (in herb. Mus. Par.).

Trib. IX. SPLACHNACEÆ.

Fam. I. — TAYLORIEÆ.

Gen. ORTHODON, Bory in Brid.

(Dissodon C. Müll.; Tayloria Mitt.).

Calyptra mitræformis basin versus constricta, inferne lobata, scabra vel pilifera. Capsula erecta æqualis, ovalis, obconica, collo plus minus longo; peristomio simplici 8-dentato, dentibus erectis bigeminatis vix tantum apice hiantibus.

1. *O. borbonicus* Bory, mss. in herb. Cosson. — *Bryum orthodontum* Pal. Beauv. in *Aetheog.*, p. 48. — *Orthodon serratus* P. B. in litt. ad Richard; Sch., Suppl. II, p. 23, tab. 106;

Bridel, in *Spec. Musc.*, I, p. 86; C. Müll., in *Syn.*, I, p. 141, sub *Dissodonte serrato* (ex parte). — *Dissodon Boryanus* Mitt. in *Musc. Ind. or.* — Dioicus! Cespites lati et latissimi, virides vel ætate fuscescentes. Caulis uncialis vel major, erectus, simplex vel parce innovando ramosus, ad medium usque radicans. Folia difficile emollienda, contorquata, remota, erecto-patentia, basi elongata e medio oblongo-ovata, denticulata, dein cuspidata inciso-serrata, costa valida in cuspidem longam desinente; cellulis chlorophyllosis ad apicem folii submnioideis, inferis ad costam duplo longioribus penta-vel hexagonis, ad margines quadratis. Capsula in pedicello 7-10 mill. longo crasso ovata vel clavato-cylindrica, basi attenuata, brevicolla lævis; operculo breviter conico obtuse mucronato. Peristomium simplex latum erectum dentibus 32 vel 8 bigeminatis coadunatis, linea multangula vix longitudinaliter exaratis, late lanceolatis firmis apice incurvis. Calyptra magna, conica, medio ventricosa, capsula valde brevior, straminea, basin versus constricta, 4-fida, apice papillis hyalinis amplis oblique exsertis scabra. Sporæ minutæ. Planta mascula rarissime collecta crassior mnioidea, perigonio discoideo terminali, foliis majoribus oblongo-acuminatis minus longe lobato-serratis, paraphysibus clavatis, antheridiis fuscis.

La Réunion : sur la terre, dans les lieux élevés, Bory (in herb. Cosson); Richard, Boivin (in herb. Mus. Par.); plaine des Palmistes, grande Montée, G. de l'Isle, 1875, n°s 187 et 410.

Madagascar, N. O., Pervillé, n° 830 (in herb. Mus. Par.).

Nota. — Sous le nom d'*Orthodon serratus*, les auteurs paraissent avoir confondu deux Mousses distinctes qui se trouvent toutes deux à la Réunion. Bory, dans une lettre adressée à Richard, d'après Schwægrichen (Suppl. II, p. 23, 1823), aurait donné ce nom à une Splachnacée de Bourbon caractérisée par une coiffe scabre : *calyptra prominentis scabra*, et la figure cvi (*l. c.*) représente en effet cet organe revêtu d'aspérités très prononcées. Un exemplaire de la Mousse dont il s'agit se trouve dans l'herbier de M. Cosson, sous le nom de *Orthodon borbonicus* N., écrit par Bory.

Mais Bridel, dans son *Species Muscorum*, I, p. 86 (1806), constate que sur l'échantillon qui lui a été communiqué par Bory, la coiffe est *sublente villosiuscula*. Hooker (*Musc. exot.*, II, 1820, tab. 136) la confond avec une autre espèce du Népaul, et caractérise ainsi la coiffe : *C..... superficies pilis longis, flexuosis, articulatis, patentibus albis.* Bridel reconnaît plus tard, dans son *Bryologia universa* (I, p. 232, 1826), que l'opinion de Hooker est fondée. M. Ch. Müller (*Synops. Musc.*, 1849, I, p. 141), tout en réunissant les deux espèces de Bourbon et du Népaul, revient à l'opinion de Schwægrichen et décrit la coiffe: *C. apice papillis majusculis erectis scaberrima*, et, en citant les synonymes, il se demande si la diagnose de Hooker est bien exacte, et si l'espèce qu'il a décrite avec une coiffe velue n'est pas distincte de celle à coiffe scabre. M. Mitten (*Musci Indiæ orientalis*, 1858, p. 57) sépare les deux formes ; il donne le nom de *Tayloria* (*Orthodon*) *indica* à l'espèce du Népaul à coiffe velue, et celui de *T. Boryana* à l'espèce de la Réunion à coiffe scabre.

Les nombreux échantillons de la Réunion que nous avons eus sous les yeux paraissent expliquer l'incertitude des bryologues à l'égard de la Mousse dont il s'agit. En effet, les *Orthodon* récoltés par Bory, et qui se trouvent, soit dans l'herbier de M. Cosson, soit dans la collection de M. Thuret, ont tous la coiffe couverte de rugosités aiguës, dressées comme l'indiquent Schwægrichen et M. Ch. Müller ; mais ceux qui ont été recueillis par M. Georges de l'Isle et par M. Paul Lépervanche ont la coiffe très velue et garnie de longs poils articulés et pluricellulés, comme le mentionnent Hooker et Bridel. Les deux formes sont donc à la Réunion ; mais le caractère tiré de la coiffe n'est pas le seul qui les distingue. Dans la Mousse à coiffe scabre, les feuilles sont composées à la base de cinq ou six séries de cellules carrées qui s'étendent de la marge à la nervure ; les dents marginales, quoique très fortes, ne sont constituées que par une seule cellule, et la nervure se continue en une pointe courte, aiguë et entière. Tandis que dans la Mousse à coiffe velue les feuilles sont lobées-incisées, à dents aculéiformes, trois ou quatre fois plus fortes, formées d'une cellule terminale effilée très longue, reposant sur une assise composée de deux larges cellules, la nervure se continue en une pointe piliforme très longue, flexueuse et noueuse. Il y a donc là évidemment deux espèces distinctes que nous croyons devoir séparer ; nous maintiendrons pour la première, à coiffe scabre, le nom de *Orthodon borbonicus* que Bory lui a donné, et nous nommerons *Orthodon Isleanus* celle qui a la coiffe velue et que M. G. de l'Isle nous a rapportée.

2. *O. Isleanus* Besch. — Habitu *O. borbonico* simillimus. Folia magis inciso-serrata, dentibus majoribus pluricellulatis aduncis longe acutioribus, costa in cuspidem nodosam longius

desinente. Peristomii dentes bigeminati breviores linea divisurali distincta notati, apice geminati. Calyptra basi 4-fida e medio ad apicem versus haud scabro-papillosa sed pilis luteis longissimis remotissime articulatis valde hirta.

La Réunion : G. de l'Isle, n° 410; Paul Lépervanche, 1877.

Ressemble beaucoup à l'*Octoblepharum serratum* Hook. (in *Musc. exot.*, tab. 136), mais en diffère notablement par ses feuilles spathulées, élargies au-dessus du milieu, par la nervure sensiblement plus longue, par les dents bigéminées, et par la coiffe étranglée au-dessus des découpures, à l'instar de celle des *Schlotheimia*.

Trib. X. FUNARIACEÆ.

Fam. I. — FUNARIEÆ.

Gen. I. — PHYSCOMITRIUM Brid.

Sect. *Aphanoregma* Sull.

P. Auberti Besch. — *P. serrato* simile sed foliis superioribus oblongis subspathulatis virentibus, margine dentatis haud serrulatis, cellulis amplioribus, costa infra apicem evanida. Capsula in pedicello breviusculo apice crassiori recto globoso-turbinata, gymnostoma; operculo breviter apiculato. Calyptra longistyla basi 4-fissa.

Maurice (?), plus probablement Tristan-d'Acunha, Aubert du Petit-Thouars (in herb. Mus. Par.).

L'échantillon que nous avons sous les yeux porte sur l'étiquette, de la main de du Petit-Thouars : « *Bryum serpyllifolium* N. », et d'une autre main : « *Gymnostomum, Isle de France* ». Malgré l'indication de cette localité, comme la mention de du Petit-Thouars est répétée textuellement dans son *Esquisse sur la flore de Tristan-d'Acunha* (janv. 1803) sous le n° 42, nous n'hésitons pas à croire que l'espèce en question est étrangère à Maurice, et nous ne la citons que pour mémoire.

On trouve la même erreur de localité pour une Mousse nommée par du Petit-Thouars, *Bryum piriforme*, et qui doit se rapporter à une Funariacée hermaphrodite, voisine de l'*Entosthodon marginatus* C. Müll. ;

mais comme cette Mousse n'a qu'un seul pédicelle sans capsule, il est difficile d'en donner une diagnose suffisante pour la faire reconnaître.

Gen. II. — ENTOSTHODON Schgr.

1. *E. borbonicus* Besch. — Monoicus. Caulis longiusculus, basi nudus, simplex. Folia superne rosulata, oblongo-ovata, plus minus acuminata, anguste marginata, flaccida, dentata, costa infra apicem evanida ætate rufescente. Capsula in pedicello 15 mill. longo rubello parva, piriformis, gymnostoma, ore aperto, collo brevi; operculo plano vel convexiusculo. Calyptra basi vesiculosa, integra, longe apiculata.

La Réunion : sur la terre, plaine des Palmiers, à Sainte-Agathe, G. de L'Isle, n° 285, et entre les frondes des *Marchantia*, à Saint-Benoît, nos 305 et 309.

Voisin de l'*E. obtusifolius* par le port.

2. *E. mauritianus* Sch. in *Muscis Darntyanis*. — Hermaphroditus, habitu *E. ericetorum* similis, dense gregarius. Caulis brevissimus, simplex. Folia superiora in rosulam congesta, obovata, acuminata, dentata, limbo e duplici serie cellularum composito marginata; cellulis ceteris quadratis amplis hyalinis, inferioribus longe lateque rectangularibus; costa sub apice evanida. Flores bisexuales antheridiis numerosis, archegoniis paucissimis crassis. Capsula in pedicello 4-6 millim. longo rubello ovata v. oblonga, parva, purpurea vel ætate rufescens, ore vix constricta, gymnostoma; operculo plano-convexo. Calyptra basi vesiculosa, cucullata, longirostris.

Maurice : sur la terre près du sommet de la montagne du Pouce, 13 sept. 1874, Darnty (ex herb. Schimper).

Espèce très voisine de l'*Ent. ericetorum* d'Europe, dont elle diffère cependant par l'inflorescence et par la capsule plus allongée.

3. *E. Lepervanchei* Besch. — Caulis elatus, basi subnudus, simplex vel innovando ramosus. Folia pulchre flavida subni-

tida, longa, amplia, concava, sicca flaccida haud crispula, spathulata, acuminata cuspidatave, integerrima, marginata; costa supra medium evanida; cellulis omnino flavidis apice latis pentagonis, basi longe lateque rectangularibus, marginalibus angustioribus elongatioribus. Capsula in pedicello 4-centim. longo vix tortili erecta, piriformis, longicolla, sicca cylindrico-arcuata, lævis; operculo planiusculo. Peristomii simplicis dentes lanceolati, rigidi, in medio hiantes rufescentes, apice albicantes erosi. Calyptra?

La Réunion : P. Lépervanche.

Cette jolie Funariacée offre une transition entre le genre *Entosthodon* et le genre *Funaria*. Elle se rapproche du dernier par le port, par ses feuilles larges et longues, par le pédicelle et par la capsule arquée à l'état sec ; mais elle s'en éloigne par la forme de la capsule, par la disposition du péristome et par l'opercule, composé de cellules disposées horizontalement et seulement en spirale près du centre.

Gen. III. — FUNARIA Schreb.

1. *F. calvescens* Schgr., Suppl. I, p. II, p. 77, tab. 65; C. Müll., *Syn.*, I, p. 107; *F. hygrometrica*, var. γ. *calvescens*, *Bryol. Eur.*

La Réunion : Richard, 1837; Boivin, 1847; Frappier, (herb. Mus. Par.); sur les murs de Saint-Benoît, G. de l'Isle, n° 283.

Var. *mauritiana*, gracilior; folia minora madore erecta, subdenticulata ob cellulas marginales prominentes; capsula angustior, cylindrica, arcuata.

Maurice : montagne du Pouce, dans les charbonnières, sept. 1849, Boivin (in herb. Mus. Par.).

2. *F. subleptopoda* Hpe, *Linn.*, XXXVIII, p. 207.

Madagascar : Borgen.

Trib. XI. BRYACEÆ.

Fam. I. — PLEUROBRYEÆ.

Gen. MIELICHHOFERIA Hsch.

M. densifolia Angstr. in *Ofvers.*, 1873, p. 139. — Dioica. Caulis brevissimus, 4-6 mill. longus, ramis brevibus julaceis lutescentibus sericeis dense foliosis. Folia imbricata tantum summo erecto-patentia, ovata, basi excavata, acuminata, marginibus planis apice parum punctato-denticulatis, costa crassa percurrente; cellulis rhombeis pellucidis basi infima subquadratis. Folia perichætialia duplo fere longiora, angustiora. Capsula in pedicello vix 2 cent. longo purpureo lævi erecta, auguste oblonga, brevicolla; operculo minuto conico, apice mamillato. Peristomii dentes lineares remote trabeculati, in linea divisurali obsolete notati, flavescentes apice hyalini granulosi. Annulus magnus compositus.

Maurice : N. J. Andersson, 1853 (ex herb. Angström.).

Fam. II. — BRYEÆ.

Gen. I. — ORTHODONTIUM Schgr.

O. loreifolium Besch. — Monoicum, laxe cespitosum, humile. Caulis simplex brevissimus, basi infima fuscescens radiculosus. Folia longissime et anguste linearia, loriformia, longe et acute acuminata, integerrima, tantum apice subdenticulata, viridia, nitida, marginibus flexuosis, costa infra apicem evanescente; cellulis laxis hexagonis chlorophyllosis, basilaribus rectangularibus hyalinis. Folia perichætialia erecta, caulinis similia. Perigonia prope florem femineum posita, foliis ovatis concavis obtuse acuminatis. Capsula in pedicello 15-25 mill. longo rubello erecta vel inclinata, ovato-cylindrica, sicca sulcata, brevicollis, operculo conico oblique rostellato. Peristomii duplicis dentes externi flavidi læves augusti, interni hya-

lini breviores basi haud filiformes sed lanceolati linea media notati. Calyptra parva, cucullata, lævis, fugax.

La Réunion : sur les troncs d'arbres à Belous, G. de l'Isle, n. 202; Paul Lépervanche, 1877.

Gen. II. — BRACHYMENIUM Hook.

1. *B. eurychelium* Besch. — Cespites parvi; caulibus semiuncialibus tomento rufo dense mixtis, graciliter pluries ramosis. Folia sicca erecta subtorquescentia viridiuscula, antica rufula, oblonga, acute acuminata, limbo latissimo crasso lutescente toto ambitu marginata, e basi ad medium ultra revoluta, denticulata; costa lata inferne ferruginea ad apicem evanida vel in cuspidem brevem reflexam desinente; cellulis rhombeis chlorophyllosis parietibus rufis, basi quadratis hyalinis. Folia perichætialia intima valde minora lanceolata revoluta denticulata obsolete limbata, costa excedente. Capsula in pedicello recto 3-4 cent. longo purpureo erecta, elongate obovata, piriformis, collo attenuato, annulata; operculo oblique et obtuse conico inclinato. Peristomii dentes externi rubiginosi siccitate erecti conniventes, madore cristati recurvi, interni rudimentarii in membranam dimidio majorem fulvellam erectam desinentes. Sporæ maximæ.

La Réunion : plaine des Palmistes, sur la terre, juillet 1875, G. de l'Isle, n°s 311 et 288.

2. *B. spathidophyllum* Besch. — Monoicum, habitu *B. eury chelio* simile, sed foliis longe spathulatis latius marginatis, costa in cuspidem longam excedente, cellulis utriculo primordiali persistente impletis haud chlorophyllosis, inferioribus longe rectangularibus haud quadratis; floribus monoicis; capsula majore longius attenuata, pedicello 45 mill. alto; peristomii interni membrana truncata in ciliis rudimentariis haud fissa. Flores masculi terminales in ramulo distincto congesti, perigoniis duobus geminaceis globosis, foliis late ovatis concavis

acuminatis integris, costa infra apicem evanida; antheridiis majusculis, paraphysibus longioribus. Sporæ maximæ.

La Réunion : P. LÉPERVANCHE.

3. *B. speirocladum* C. Müll. in litt. — Dioicum, dense cespitosum robustum tomentosum variegate ferrugineo v. rubiginoso-viridiusculum. Caulis subuncialis innovando ramosus. Folia siccitate in spiram laxam torquescentia vel erecto-tortilia, obovalia, acuminata, basi angustiore, limbo lato flavido apice denticulato-marginata, costa purpurea in cuspidem longam divaricatam producta. Plantæ masculæ femineis mixtæ, basi graciliores, foliis apice dense comantibus; perigonii gemmacei foliis externis ovato-lanceolatis cuspidatis revolutis, costa longe excedente denticulata, intimis valde concavis minoribus subito in cuspidem flexuosam reflexam desinentibus, antheridiis et paraphysibus cylindricis numerosis. Capsula in pedicello rubello tortili 25 mill. longo erecta vel ob curvaturam pedicelli inclinata, obovata, microstoma, collo breviore corrugato; operculo obtuse conico. Peristomii dentes aurantiaci, siccitate erecto-recurvi, membrana interna dimidio breviore truncata haud fissa. Sporæ minutæ.

Grande Comore : BOIVIN, mai 1850 (in herb. Mus. Par.).

Très voisin des espèces précédentes, mais diffèrent par les pédicelles plus courts, par les feuilles contournées en spirale, surtout celles des innovations, et par les spores beaucoup plus petites.

4. *B. nigrescens* Besch. —Monoicum, laxe cespitosum, elatum, robustum. Caulis vage ramosus, basi tomentosus subnudus, apice laxe foliosus atro-viridis. Folia basi vinosa, erecta, flexuosa, crispula, ovata vel obovata, plerumque medio latiora, acuminata, dentato-serrata, nigrescentia inferne revoluta, limbo lato e 5-6 seriebus cellularum flavidarum elongatarum composito marginata, costa in cuspidem longam plus minus denticulatam v. integram producta; cellulis rhombeis utriculo primordiali valde repletis, inferioribus rectangularibus pellu-

cidioribus. Flores masculi in ramulo proprio terminales. Folia perichætialia breviora perfecte lanceolata, marginata, dentata. Capsula in pedicello 10-20 mill. longo tortili rufo erecta, basi et apice attenuata, collo corrugato, operculo brevissime conico cupulato obtusissime subtruncato. Peristomii brevis dentes externi lanceolati, sublæves, sordide albi, membrana interna dimidio breviora in dentibus obtusis fissa.

Madagascar : Pervillé, n° 811 (in herb. Mus. Par., sub *Bryo nepalensi* Hook.).

Offre au premier abord une grande ressemblance avec le *B. nepalense*, mais la marge des feuilles n'est composée que de deux séries de cellules dans cette dernière espèce, tandis qu'elle en offre cinq et six dans le *B. nigrescens*.

5. *B. Borgenianum* Hpe, *Linn.*, XXXVIII, p. 211.

Madagascar : Borgen, n° 1.

6. *B. madagassum* Hpe, *l. c.*, p. 212.

Madagascar : Borgen, n° 2. †

(*La suite au prochain volume.*)

LE BACILLUS AMYLOBACTER

A L'ÉPOQUE DE LA HOUILLE

Par M. Ph. VAN TIEGHEM.

(Lu à l'Académie des sciences, séance du 29 décembre 1879.)

L'Académie connaît les belles préparations en forme de lames transparentes que M. B. Renault, aide-naturaliste au Muséum, a su tailler dans les silex du terrain houiller de Saint-Étienne, rencontrant ici une tige, une feuille ou une racine, là une fleur, un fruit ou une graine à divers états de conservation. J'ai étudié quelques-unes de ces préparations, et je n'ai pas tardé à m'apercevoir que, parmi les nombreuses sections d'organes qu'elles renferment, les moins intéressantes au point de vue de l'anatomie comparée se trouvent être précisément les plus instructives au point de vue de la physiologie générale. Dès lors je me suis appliqué à y rechercher tous les fragments dont les tissus avaient déjà subi une altération plus ou moins profonde, au moment où la pétrification est venue les saisir et les fixer pour toujours. Il m'a semblé qu'en suivant la marche de cette destruction, on pourrait en découvrir la cause et comparer les choses de ce passé lointain à celles d'aujourd'hui.

J'ai principalement examiné à ce point de vue la série des préparations de graines de Gymnospermes exécutées par M. Renault pour servir de base au grand travail entrepris par M. Ad. Brongniart. Voulant y revenir plus tard, je laisserai de côté pour le moment tout ce qui concerne la graine elle-même, pour ne considérer dans ces préparations que les fragments nombreux et divers dont elle est souvent entourée.

Parmi ces fragments, il nous suffira même, pour l'objet que nous avons en vue, d'en étudier d'une seule sorte. Ce seront, par exemple, de très nombreuses radicelles qui, par tous leurs caractères anatomiques, et notamment par les cadres épaissis qui renforcent les cellules de l'avant-dernière assise corticale, se rattachent à la famille des Conifères et ressemblent, à s'y méprendre, à des radicelles d'If ou de Cyprès.

On sait ce qui arrive aujourd'hui quand on abandonne à eux-mêmes au fond de l'eau des fragments de jeunes racines d'If ou de Cyprès. Le *Bacillus Amylobacter* s'y développe, attaque la plupart des tissus et dissout complètement les membranes cellulaires. Dans l'écorce, tout le parenchyme ordinaire, puis l'assise à cadres épaissis, puis enfin l'endoderme, disparaissent peu à peu, ne laissant subsister à la périphérie que les sommets cutinisés des cellules épidermiques dont la réunion forme la cuticule. Dans le cylindre central, l'assise rhizogène, les faisceaux libériens et le tissu conjonctif sont progressivement détruits, ne laissant sub-

sister au centre que la bande des vaisseaux sculptés. De toute la racine, il ne reste donc, en définitive, que la cuticule et les vaisseaux.

A mesure qu'elle est dissoute, la cellulose est aussitôt décomposée et subit la fermentation butyrique.

En même temps l'*Amylobacter* laisse à l'intérieur de l'organe détruit des traces visibles et directes de son développement. Au cours de l'altération, on voit en effet dans, les lacunes du tissu, des filaments grêles en voie d'active division, des bâtonnets isolés qui se renflent pour entrer dans leur phase amylacée, d'autres enfin qui, ayant dépassé cette période de réserve, ont déjà formé vers l'extrémité une spore brillante encore enveloppée à distance par la membrane primitive. Plus tard, quand la destruction est achevée, on rencontre dans le liquide qui remplace les cellules disparues un très grand nombre de ces spores libres, soit groupées en nuages flottants, soit accolées à la périphérie contre la cuticule et au centre contre les vaisseaux.

Revenons maintenant à nos racines du terrain houiller, toutes semblables, avons-nous dit, par leur structure, à celles d'If ou de Cyprès.

L'étude attentive d'un grand nombre de fragments saisis par la silicification aux états les plus divers de leur altération progressive m'a montré que les choses s'y sont passées de la même manière sous tous les rapports.

J'y ai observé en effet la même marche dans la destruction des tissus, ne laissant, comme dernier résidu, que la cuticule et les vaisseaux. J'y ai découvert aussi les mêmes traces visibles et directes du développement actif du *Bacillus Amylobacter* à l'intérieur des organes attaqués, sous forme soit de filaments grêles divisés en articles, soit de bâtonnets renflés contenant souvent chacun une spore vers l'extrémité, soit enfin d'innombrables spores libres, disposées en flocons nuageux au milieu de la silice homogène qui comble les lacunes, ou accolées côte à côte contre la cuticule ou contre les vaisseaux.

De cette identité du phénomène ancien et du phénomène actuel dans tous les points qui sont demeurés accessibles à l'observation directe, il me semble légitime de conclure à leur complète similitude.

Ainsi, dans les marécages de l'époque carbonifère, comme dans nos marais actuels, les mêmes plantes subissaient, dans les mêmes régions de leurs tissus, la même dissolution par le même agent. Alors comme aujourd'hui, le *Bacillus Amylobacter* était le grand destructeur des organes végétaux, et la fermentation butyrique, qu'il provoque dans la cellulose comme dans toutes les autres substances dont il fait sa nourriture, se montrait l'un des phénomènes les plus généraux de la nature organisée.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTION DE PLANTES.

FLORES ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE.

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

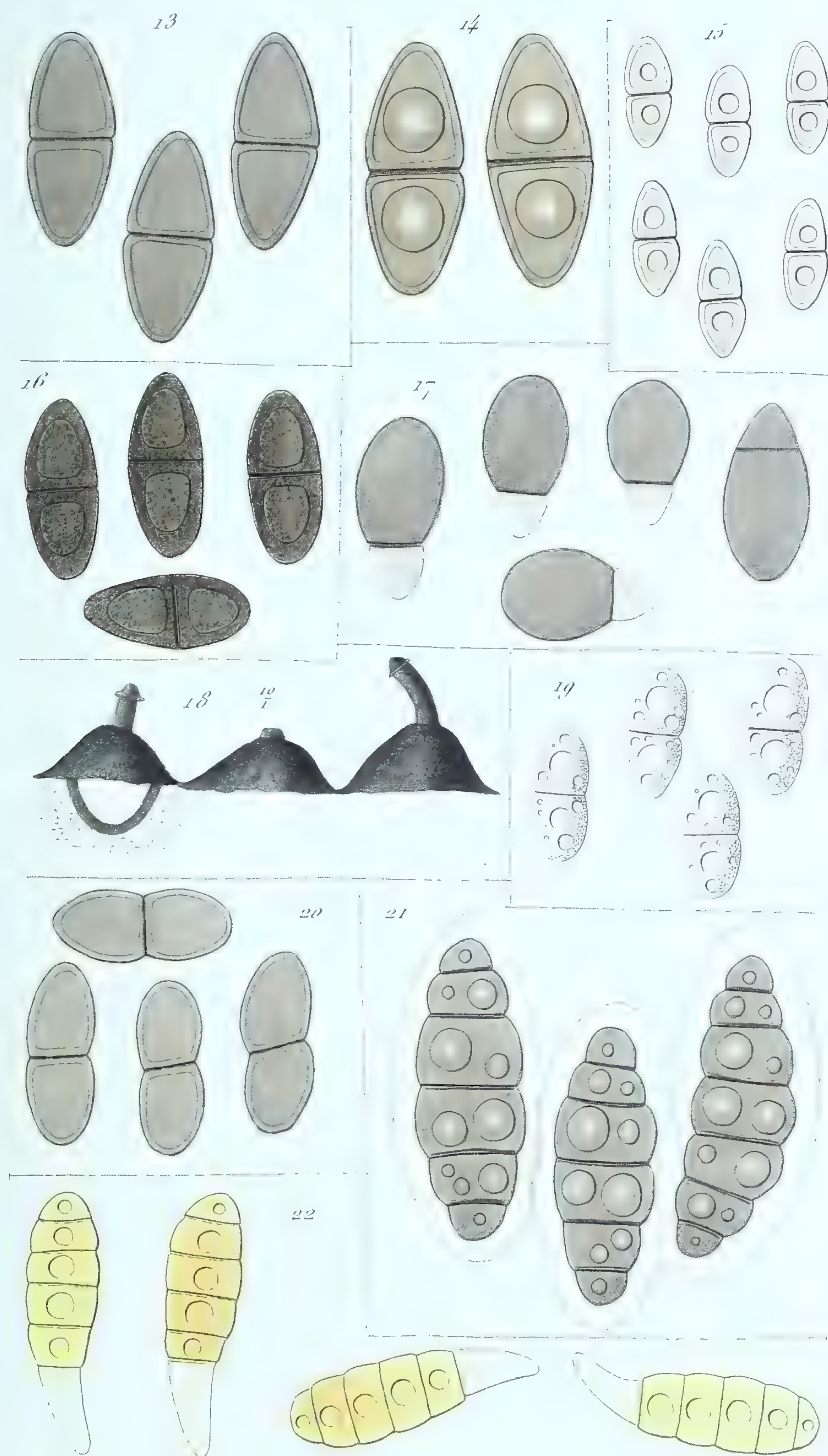
PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON .



Fabre del. Pierre sc.

Urospora_Diaporthe_Rosellinia_Anthostomella.

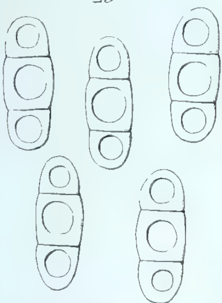
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

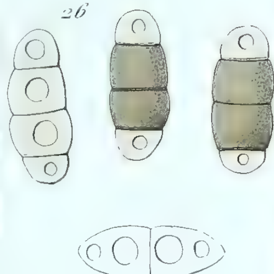


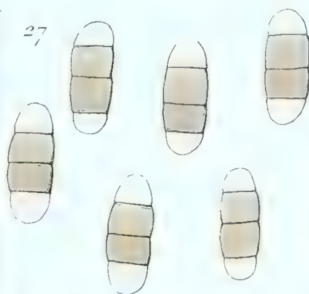
Fabre del. Pierre sc.

Didymosphæria _ Amphisphæria _ Rhyncostoma _ Massaria _ Rebentischia.

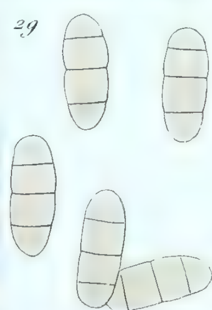
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

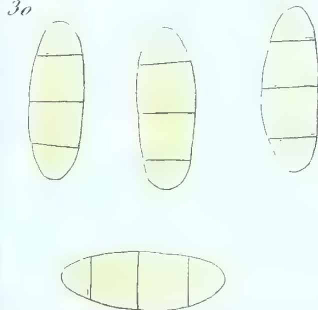


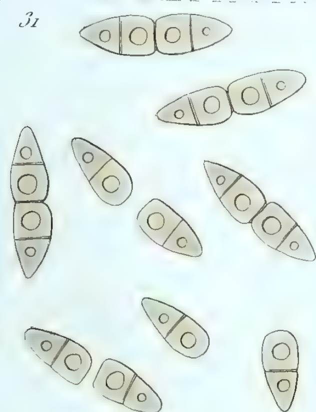


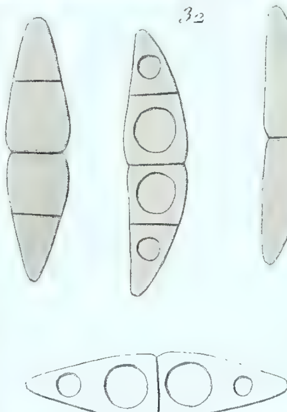


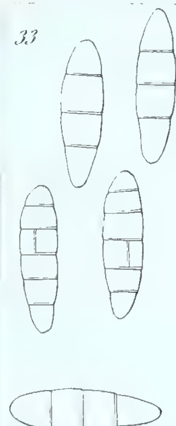


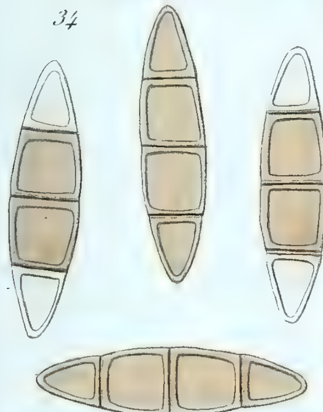


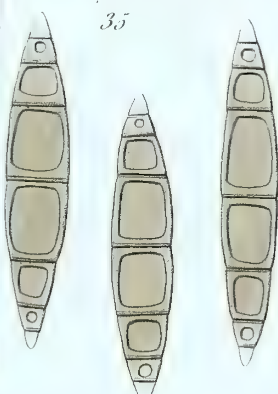


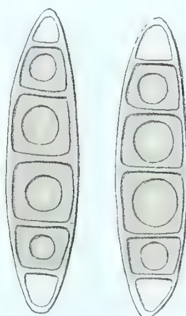








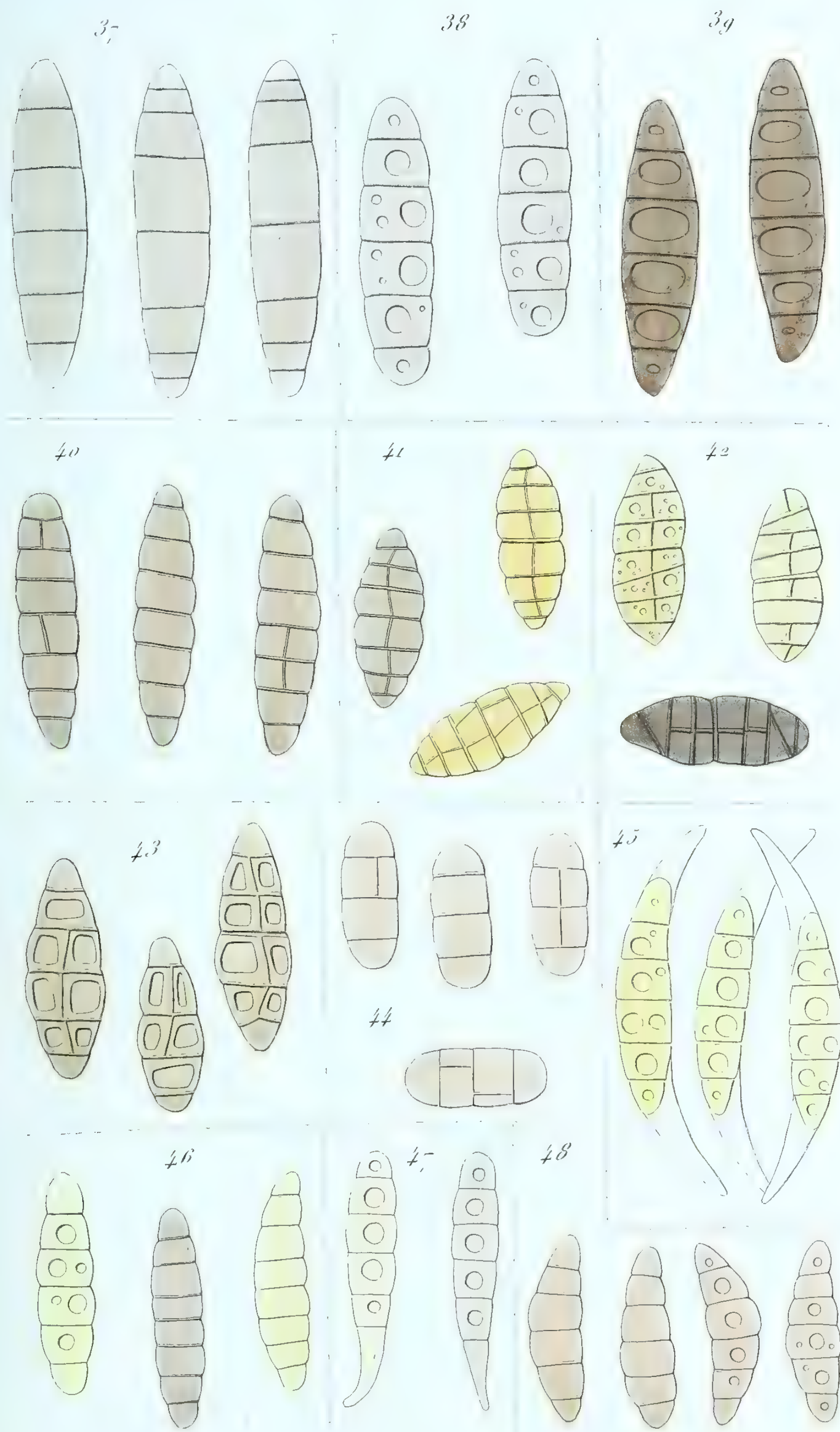




bre del. Pierre sc

Leptosphæria — Melanomma — Ohleria — Trematosphæria — Bertia — Stuartella — Navicella.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

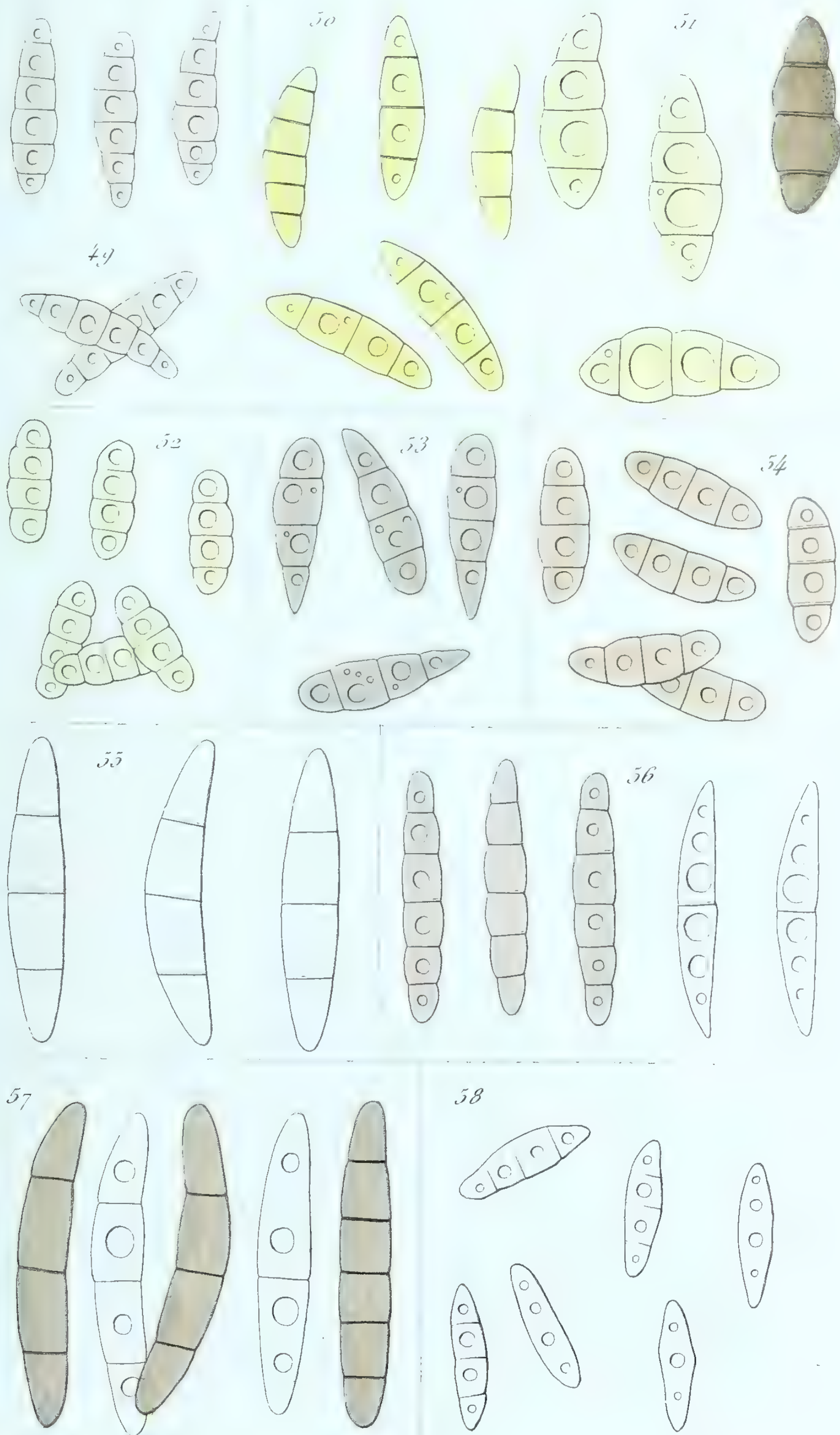


Fabre del. Pierre sc.

Navicella — Lophidium — Rostrella — Lophiostoma.

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15 Paris



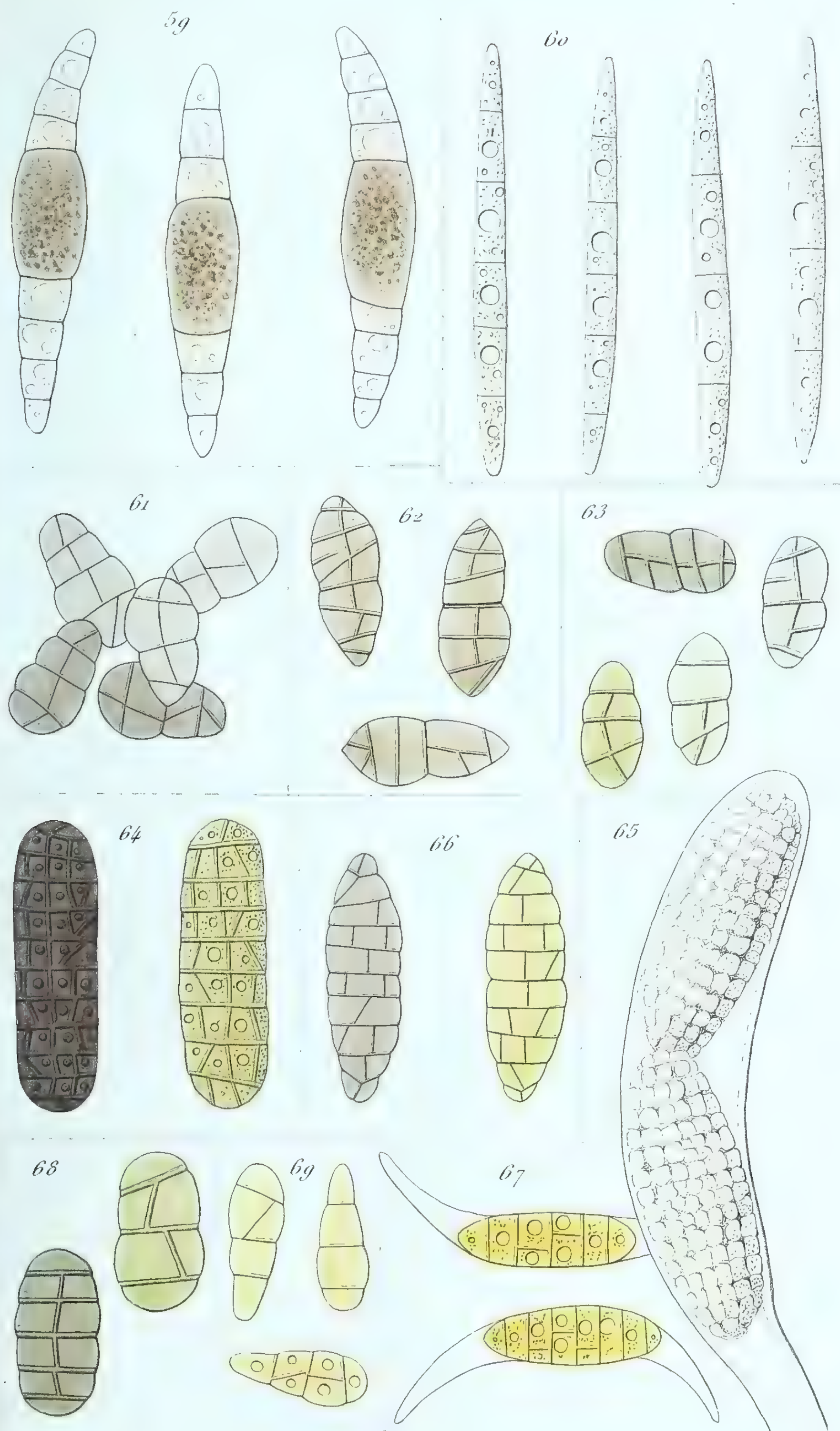


...bre del. Pierre sc.

Lophiostoma_Lophiostrema_Lasiosphæria.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

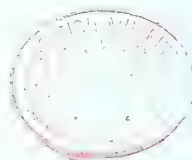




Ibre del Pierre sc.

Verlotia _ Lasiosphæria _ Teichospora _ Decaisnella _ Julella _ Pleospora _ Delacourea _ Cucurbitaria.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

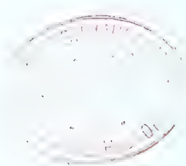




L. Sonnet, sc.

Limite septentrionale du Convallaria majalis L. en Scandinavie.
Limite du Calypso borealis Salisb.
Limites méridionales de l'Oxyria digyna L.
id. id. de l'Andromeda hypnoides L.
id. id. du Petasites frigida Fr.

Paris, Imp. Monrocq.





L. Sonnet, sc.

Limites méridionales des plantes en Scandinavie.

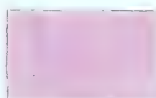
- - - - - - - *Bartsia alpina L.*
. . . . *Mulgedium alpinum L.*
— - — - — *Saussurea alpina L.*
——— *Thalictrum alpinum L.*
+ + + + + + *Rubus arcticus L.*

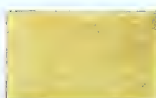
Paris, Imp. Monrocq.

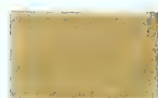
PLANTES SPONTANÉES.

Epilobium spicatum. — *Leontodon autumnalis*


Paris


Arrajok


Paris

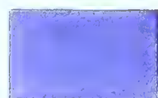

Arrajok

Calluna vulgaris — *Campanula rotundifolia*


Paris


Merkenïs

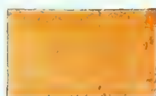

Paris

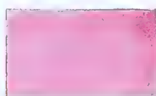

Arjeploug

PLANTES CULTIVÉES

Tagetes erecta — *Phlox Drummondi (atropurpurea)*


Paris

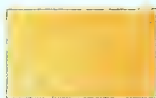

Upsala


Paris


Upsala

Tagetes lucida — *Phlox Drummondi (à fl. rouges éclat)*

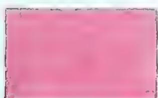

Paris


Upsala


Paris


Upsala

Antirrhinum majus (Galathée) — *Lobelia Erinus*


Paris


Upsala


Paris


Upsala

Pierre sc.

Coloration des Fleurs

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade 15 Paris



de Bary del. Pierre sc.

Æcidium abietis

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

Riley Dunn & Wilson
CONSERVATORS & BOOKBINDERS